

مُحَمَّد ناصيف

السلسلة العالمية المبسطة

# الراديو والتلفزيون

أسئلة & أجوبة



الكتاب



السلسلة العلمية المبسطة

# الراديو والتلفزيون

## أسئلة وأجوبة

مُحَمَّد ناصيف



جميع الحقوق محفوظة  
الطبعة الأولى  
١٤١١ هـ - ١٩٩٠ م

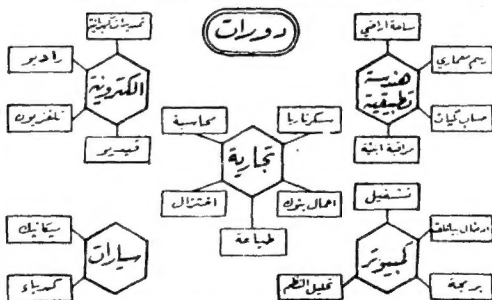
دمشق - سوريا - الحلبيوني - مدخل فندق الشموع  
تلفون : ٢٢٣٨١١ - ص . ب : ١٣٣٤٤ - تلکس : ٤١١٥٤١

يطلب في الكويت من :

مكتبة جبل نابلس  
النفرة - قرب المعهد الوطني  
مكتبة لقمان - مقابل معهد الدراسات العالية -  
المرقاب - شارع الهلال - قرب صندوق التنمية  
هاتف : ٢٤٢٨٩٢٤ - ص . ب : ٢٩٨٧  
الصفاء - الرمز البريدي 13030 - الكويت



## HIGH STUDIES INSTITUTE



المرقاب . شايح الهادي . قرب صندوق التفتة . ص.ب. ٢٩٨٧ صفاء  
هاتف: ٢٤١١٦٣٧ - ٢٤٤٨٧٨٧ - ٢٤٤٨٦٨٧

## مقدمة

الراديو والتلفزيون جهازان من أهم أجهزة التواصل بين مختلف أقطار الدنيا ، فإنك تستطيع وأنت خلف باب مكتبك المغلق أن تسمع وتشاهد كل ما يدور في أرجاء المعمورة من أحداث وأخبار واكتشافات فلا غرو لو أفردنا لهما بحثاً بين دفتي كتاب يعمق معرفة الإنسان في هذين الجهازين البالغين الأهمية . لأن حب الإطلاع واكتساب المعرفة هما الأساس الذي تركز عليه عملية التعليم .

وهكذا فإن الشخص الذي يرغب بالحصول على المعرفة ستكون لديه الفرصة مهيأة للاستيعاب والاحتفاظ بالمعلومات أكبر بكثير من ذلك الذي يتصفح موضوعاً معيناً مجرد أنه صادفه عرضاً ، وأراد ترجية الوقت والتسلية . ومن هنا جاء إعداد هذا الكتاب بطريقة تختلف عن طريقة الكتب المدرسية المتعارف عليها ، من حيث المنهجية المملة والروتين المقيت . فلقد ارتضيت لكتابي هذا طريقة طرح الأسئلة والإجابة عليها ، فكلما توفرت الإمكانية لطرح مزيد من الأسئلة والإجابة عليها ، فكلما توفرت الإمكانية لطرح مزيد من الأسئلة العملية التي تم وضعها بشكل ذكي وعملي ، تم اكتساب المعرفة بتطور المعلومات المتدرج ، حيث تنشأ الأسئلة التالية عن الأجوبة السابقة ، مما دفع بالكتاب لأن تأتي مواده متتالية متشابكة ، يقود بعضها بعضاً ، لتؤدي الفائدة الأعم ؛

وفيما عدا ذلك ، نجد أن العناوين تعطي في الوقت نفسه دليلاً على خط طرح الأسئلة مما يمكن القارئ من أن يعالج مواضيع هذه المعلومات بجانب القراءة ،

وتسهيلاً لتتبع البحث تجنبنا العمليات الرياضية الصعبة والمعادلات المعقدة الصعبة المأخذ .

وأما المخططات الأخرى فإنها تقدم لنا المعلومات الأساسية ، مع الأخذ بعين الاعتبار ، تفادي المسائل المحيرة غير الأساسية .

ولا ندعي الكمال فيما انتهجناه في كتابنا هذا ، فإنه توجد كتب مدرسية جيدة يمكن للقارئ الذي يرغب بأن يزداد معرفة من المعلومات المعطاة هنا أن يلجأ إليها .

١ — لقد بدأنا الكتاب بالفصل الأول بالحديث عن الكهرباء ، والتيار الكهربائي ، شدته وقياسه ، ثم المقاومة وقياسها ، فالقدرة الكهربائية وأشكالها ، ثم التأثيرات الحرارية ، فالملفات والوشائع والتردد المغناطيسي فالحولات والمكثفات .

٢ — أما الفصل الثاني فتناولنا فيه الأمواج الصوتية واللاسلكية طولها وقصرها وترددها ، ومكبرات الصوت والديسبل ، والهوائيات وما يتعلق بها .

٣ — الفصل الثالث ويبحث في الترانزيستورات بأشكالها وأنواعها والمواد المستخدمة فيها ، وتحكمها بالتيار .

٤ — الفصل الرابع وتم فيه بحث الدارات الأساسية الالكترونية لتقويم التيار ، وأنواع المقومات المستخدمة والمكثفات ، ومولدات الذبذبة .

٥ — الفصل الخامس ، ويبين كيفية عمل المستقبل اللاسلكي من حيث التقاط التردد اللاسلكي ، وموافقة هذه الدارات على تردد معين ، ومرشح الترانس والغرض من وجود دائرة المرشح ، والبت الجسم وغير ذلك .

٦ — الفصل السادس ، ويبحث في مجموعة من الأسئلة عن مبادئ التلفزيون وكيفية التقاط الصور من خلال انبوبة الكاميرا ، وعناصر الصورة ، والشكل الموجي ، والإرسال بتردد جانبي أثري ، وتوزيع الأتية .

٧ - الفصل السابع ونستعرض فيه جهاز الاستقبال التلفزيوني وتكوينه ، وأنواع الموائمة ذات التردد العالي ، والصوت أثناء الموائمة ، والتحكم الأتوماتيكي بالكسب ، وأنواع المضخم المستخدم لخروج الإشارات الحاملة للصور ، والدارات التكاملية وكل ما يتعلق بذلك .

فإذا أدت هذه الفصول المبينة آنفاً في هذا الكتاب إلى شحذ فضوله وإثارة اهتمامه ، فإننا نكون راضين كل الرضى ، وإذا نجحت هذه الفصول بزيادة مخزون المعرفة لدى القارئ ، فإن المتاعب والوقت اللذين عانينا منهما كثيراً لن تكون قد ضاعت سدى ، والله من وراء القصد .

محمد ناصيف



## محتويات الفصل الأول

### ( ١ - الكهرباء )

رقم الصفحة

السؤال

- ١٩ — ما هو التيار الكهربائي ؟
- ١٩ — كيف يتم قياس التيار الكهربائي ؟
- ١٩ — ما هي المقاومة الكهربائية ؟
- ٢٠ — كيف يتم قياس المقاومة ؟
- ٢١ — ما هو قانون أوم ؟
- ٢١ — ما هي القدرة الكهربائية ؟
- ٢١ — ما هو اتجاه جريان الالكترونات في الدارة ؟
- ما هو مقدار التيار الساري وما هو تأثير إضافة المقاومة على الدارة المبينة في الشكل ١ (أ) ؟
- ٢٢ — كيف تؤثر أنواع توصيلات الدارة الأخرى على سريان التيار ؟
- كيف يتم حساب التيارات وهبوطات الجهد في التفريعات المختلفة من الشكل ١ (د) بشكل عملي ؟
- ٢٣ — ما هي القدرة المتطورة ؟
- ٢٤ — هل جميع المواد المقاومة تتبع قانون أوم ؟
- ٢٤ — ما هي تأثيرات التيار الكهربائي ؟
- ٢٤ — كيف يتم استخدام التأثير الكيميائي ؟
- ٢٥ — ما هو التأثير الحراري للتيار الكهربائي ؟
- ٢٥ — كيف يتم استخدام التأثير الحراري ؟

- ٢٧ — ما هو التأثير المغناطيسي للتيار الكهربائي ؟
- ٢٧ — هل ينطبق هذا على الملف ( وشيعة ) ؟
- ٢٧ — هل يمكننا أن نضبط تركيز التدفق المغناطيسي ؟
- ٢٨ — كيف يتم استخدام المغناطيس الكهربائي ؟
- ٢٩ — كيف يعمل المقياس ؟
- ٢٩ — كيف يتم استخدام هذا المبدأ ؟
- ٣٠ — ما هو التردد ؟
- ٣١ — ما هو التردد القياسي ؟
- ٣١ — ما هي قيمة متوسط الجذر التربيعي ؟
- ٣٢ — ما هي التأثيرية ( التحريضية ) ؟
- ٣٢ — ما هو التأثير الذي يتميز به القلب ؟
- ٣٢ — ما هو المحول ؟
- ٣٣ — ما هي العلاقة بين اللقائف ؟
- ٣٤ — كيف يتم تحويل القدرة ؟
- ٣٤ — ما هي السعة ؟
- ٣٥ — كيف يتم قياس السعة ؟
- ٣٥ — كيف يتم حساب ثابت الزمن ؟
- ٣٥ — ما هي المفاعلة السعوية ؟
- ٣٦ — ما هي العلاقة الطورية ؟
- ٣٧ — ما هو تأثير الجمع بين السعة والمحاثة والمقاومة في دائرة واحدة ؟
- ٣٧ — ما هو الرنين ( الطنين ) ؟
- ٣٧ — ماذا تعني بعامل Q في ملف ما ؟
- ٣٧ — ما هي رموز الألوان المصطلحة للمقاومات ؟
- ٣٩ — هل يطبق نفس النظام على المكثفات ؟

## محتويات الفصل الثاني ( ٢ - الأمواج الصوتية واللاسلكية )

رقم الصفحة	السؤال
٤١	— ما هي الموجة اللاسلكية ؟
٤١	— ما هو الطول الموجي ؟
٤٢	— ما هو التردد ؟
٤٢	— هل توجد علاقة بين الطول الموجي وبين التردد ؟
٤٣	— هل تكون موجات الصوت مماثلة ؟
٤٣	— ما هي أنواع شكل الموجة التي يمكن أن تواجهها أثناء العمل بصناعة الراديو ؟
٤٣	— ما هو تضمين السعة ( أو تعديل سعة الموجة ) ؟
٤٣	— ما هو تضمين التردد ؟
٤٣	— كيف يتم تحويل الموجة اللاسلكية المضمنة أو المعدلة إلى صوت في جهاز استقبال ؟
٤٤	— كيف يعمل مكبر الصوت ؟
٤٥	— هل تكون سماعة الرأس مشابهة ؟
٤٥	— هل توجد أنواع مختلفة من مكبرات الصوت ؟
٤٦	— ما هو مبدأ مكبر الصوت الالكتروستاتي ؟
٤٦	— لماذا تعتبر فلتية الاستقطاب ضرورية ؟
٤٧	— ما هو مجال الصوت ؟
٤٧	— ما هو تأثير جهارة أو حجم الصوت ؟
٤٨	— كيف يتم قياس جهارة الصوت ؟

- ٤٨ — ما هو الديسيل ؟
- ٤٨ — كيف يستخدم هذا بالنسبة لاختلافات التيار أو الفلطية ؟
- ٤٨ — كيف يقوم الهوائي بالتقاط الإشارات ؟
- ٤٩ — هل هناك طرق أخرى لتوليف الهوائي ؟
- ٤٩ — ما هو تأثير تحميل الهوائي ؟
- ٤٩ — ما هي ممانعة (أو مقاومة) الهوائي ؟
- ٤٩ — ما هي أنواع الهوائيات المستخدمة ؟
- ٤٩ — لماذا يستخدم الكبل ذو الموصلين المتحدي المحور في عملية التوصيل مع جهاز استقبال تلفزيوني ؟
- ٥٠ — لماذا يستخدم في بعض الأحيان مغذي متوازي السلكين ؟

## محتويات الفصل الثالث

### ( ٣ - الترانزيستورات )

رقم الصفحة

السؤال

- ٥١ أنصاف النواقل :
- ٥١ — ما هو النصف ناقل ؟
- ٥١ — كيف يتم تشكيل النصف ناقل ؟
- ٥١ — ما هي المواد المستخدمة ؟
- ٥٣ — ما هو دايود المقوم ؟
- ٥٣ — كيف تستخدم الدايود ؟
- ٥٣ — ما هو الصمام الثنائي المتناس القطبين ؟
- ٥٥ — كيف يعمل الصمام الثنائي المتناس القطبين ؟
- ٥٥ — هل هناك جريان للتيار بشكل فعلي ؟
- ٥٥ — ما هو الدايود ذو التماس النقطي ؟

- ٥٦ — هل يختلف المنحني المميز للدايود ذي التماس النقطي ؟
- ٥٦ — ما هو أثر أو ظاهرة زنر ؟
- ٥٧ — ما هي الوسائل النصف ناقلة الأخرى المستخدمة بهذا الشكل ؟

### الترانزيستورات :

- ٥٧ — ما هو الترانزيستور ؟
- ٥٧ — ما هي المواد المستخدمة ؟
- ٥٩ — ما هي مزايا الترانزيستورات السليكونية ؟
- ٥٩ — ما الذي نعنيه بعبارة الانتشار ؟
- ٦١ — كيف يمكن التحكم بعملية الانتشار ؟
- ٦١ — كيف يمكن بعد ذلك التحكم بطبقات الأكاسيد الرقيقة ؟
- ٦١ — ما هي مزايا عملية التسوية ؟
- ٦٢ — ما هي المساوئ الموجودة في عملية التسوية ؟
- ٦٢ — هل يمكن الافتراض بوجود حل ؟
- ٦٣ — هل يكون بذلك هذا هو الترانزيستور المستوي الـ Epitaxial ؟
- إذا كانت معظم الترانزيستورات مصنوعة بهذا الشكل . فلماذا توجد طرازات

- ٦٣ عديدة لها ؟
- ٦٣ — إلى ماذا تشير أرقام الطراز ZN !
- ٦٤ — ماذا عن الأرقام الأوربية الطراز ؟

### استخدام الترانزيستورات :

- ٦٦ — ما هي التوصيلات إلى الترانزيستور ؟
- ٦٦ — كيف يعمل الترانزيستور ؟
- ٦٧ — ما هي مناسيب الفلظية النموذجية المستخدمة ؟
- ٦٧ — كيف يقوم الترانزيستور بالتحكم بالتيار ؟
- ٦٨ — كيف يمكننا قياس أثر التحكم هذا ؟
- ٦٩ — ما هي الناقلة التبادلية ؟

- ٦٩ — كيف يساعدنا هذا على تضخيم الإشارة ؟
- ٧٠ — ما هو مقدار الانحياز الواجب تطبيقه ؟
- ٧٠ — ما هي الدارات المستخدمة لتطبيق الانحياز ؟
- ٧١ — هل هذه الدارة البسيطة وهي الأكثر استخداماً ؟
- ٧١ — ما هي التأثيرات التي تقوم بها هذه الدارات الانحيازية على الإشارة ؟
- ٧٢ — هل هذا الطراز من الدارة يعتبر هو دارة التضخيم الوحيدة ؟
- ٧٣ — لماذا تحتوي بعض الترانزيستورات على أربعة أسلاك للتوصيل ؟
- ٧٣ — ماذا نعني بالرمز f.e.t ؟
- ٧٥ — ما هي المزايا التي توجد في هذا النوع ؟
- ٧٥ — ما هي MOSFET ؟
- ٧٥ — متى سيتم استخدام الترانزيستور MOSFET ؟
- ٧٦ — أنايبب الأشعة الكاثودية :
- ٧٦ — ما هي أنبوبة الصورة وكيف تعمل ؟

## محتويات الفصل الرابع

### ( ٤ - الدارات الأساسية )

رقم الصفحة

السؤال

- ٧٧ — الدارات الالكترونية لتقويم التيار :
- ٧٧ — ما هو التشغيل النصف موجي ؟
- ٧٨ — كيف يعمل المرشح ؟
- ٧٨ — ما هي أنواع المقوم المستخدمة ؟
- ٧٩ — ما هو مقوم الموجة الكاملة ؟
- ٨٠ — ما هو المقوم القنطري ؟
- ٨٠ — كيف يتم تحقيق إقرار الفلطية ؟
- ٨٠ — ما هو أبسط شكل ؟ — ١٢ —

## المضخمات:

- ٨١ — ما هي أنواع دارات التضخيم المستخدمة ؟
- ٨١ — كيف يتم تقارن مراحل التضخم ؟
- ٨٢ — ماذا عن التقارن بمكثف ؟
- ٨٢ — ما هو المضخم من الفئة A ؟
- ٨٣ — ما هو المضخم من الفئة B ؟
- ٨٣ — ما هو مضخم القدرة ؟
- ٨٤ — ما هو نوع دارات خرج القدرة المستخدمة للترددات اللاسلكية ؟
- ٨٤ — ما هو المضخم الدفعي والجنبي ؟
- ٨٤ — ما هي دارة الترانزيستور الدفعية الجذبية الأحادية الطرف ؟
- ٨٦ — كيف تعمل دارة التماثل المتصلة ؟
- ٨٦ — لماذا يتم استخدام هذه الدارات في أغلب الأحيان ؟
- ٨٧ — ما هو الشيء الخاص المتعلق بمضخم الترددات اللاسلكية ؟
- ٨٧ — ما هي المشاكل الخاصة المتعلقة بمضخم الترددات اللاسلكية ؟
- ٨٨ — ما هو الغرض من وجود المكثف عبر المقاومة الإنجيزية ؟
- لماذا يتم استخدام المكثفات التحليلية الكهربائية من أجل تخفيض التقارن في الدارات السمعية ؟
- ٨٨ — هل هذا هو السبب أيضاً في وجود المكثفات التحليلية الكهربائية في وضعيات التقارن بين المراحل في دارات الترانزيستور ؟
- ٨٨ — ما الذي تشتمل عليه هذه المقاومة ؟
- هل هذا يستلزم بأن تكون الأقطاب الموجبة والسالبة في منبع القدرة بنفس الجهد الكهربائي بالنسبة للتيار المتناوب ؟
- ٨٩ — ما هي الأنواع الأخرى الموجودة للمضخم ؟
- ٨٩ — ما هي الميزة الخاصة للدائرة التكاملية ؟
- هل يرمز للدائرة التكاملية (i.c.) برمز خاص ؟
- ٩٠ — كيف يتم استخدام الدارات التكاملية في أجهزة الراديو ؟

- ٩١ — لماذا يلزم إضافة القطع المكونة الأخرى ؟
- ٩١ — كيف يتم استخدام الدارات التكاملية في أجهزة الاستقبال التلفزيونية ؟
- ٩١ — مولدات الذبذبة :
- ٩١ — ما هو مولد الذبذبة ؟
- ٩٢ — ما هو مولد الذبذبة هارتلي ؟
- ٩٢ — ما هو مولد الذبذبة كولبيتس (Colpitts) ؟
- ٩٣ — هل تستخدم هذه الدارات في التردد العالي جداً والتردد فوق العالي ؟
- ٩٤ — ما هي مبادئ التحكم البلوري بالتردد ؟
- ٩٤ — هل تكون هذه الدارات محدودة أو مقصورة على تردد معين ؟
- ٩٤ — كيف يعمل مذبذب التراخي المتعدد التوافقيات ؟
- ٩٥ — هل توجد دائرة خاصة للقواعد الزمنية ؟

## محتويات الفصل الخامس

### ( ٥ - كيفية عمل المستقبل اللاسلكي )

السؤال رقم الصفحة

- ٩٧ — ما الذي نعنيه بعبارـة « مستقبل » ؟
- ٩٧ — كيف يتم التقاط التردد اللاسلكي ؟
- ٩٧ — ما هو مستقبل t.o.f ؟
- ٩٨ — ما هي الطريقة البديلة المتوفرة ؟
- ٩٨ — كيف تتم موالفة هذه الدارات ؟
- ٩٨ — هل تتم موالفة هذه الدارات دائماً على تردد معين ؟
- ٩٨ — ما هي دائرة الامرار النطاقي ؟
- ٩٨ — هل توجد طرق أخرى لتسوية الاستجابة ؟
- ٩٩ — ما هي أنواع دارات الامرار النطاقي المستخدمة ؟



- ١٠٠ — ما هي مساوئ جهاز الاستقبال ذي التردد اللاسلكي الموالف ؟
- ١٠٠ — ما هو الحل ؟
- ١٠٠ — ما هي الميزات الخاصة لجهاز الاستقبال المترودايني فوق السمعى ؟
- ١٠٠ — كيف يتم الحصول على التردد الأوسط ؟
- ١٠٢ — ما هي الترددات الحقيقية المستخدمة ؟
- ١٠٢ — ما هو مرشح الترانس (Transfilter) ؟
- ١٠٣ — ما هو جهاز الاستقبال المترودايني فوق السمعى المزوج ؟
- ١٠٣ — لماذا يكون تردد مولد الذبذبة أعلى من تردد الموجة الحاملة ؟
- ١٠٣ — كيف تتم الموائفة المستمرة ؟
- ١٠٤ — ما هي مكثفات التهذيب والتوهين ؟
- ١٠٥ — ما هي الشروط الخاصة بمرحلة مضخم الترددات الوسطى ؟
- ١٠٥ — هل تختلف مرحلة التردد الأوسط ذات التردد العالي جداً ؟
- ١٠٥ — ما هو التعادل ؟
- ١٠٦ — كيف يعمل مستخلص الذبذبة المضمنة ؟
- ١٠٦ — كيف يعمل المكشاف النسبى ؟
- ١٠٧ — ما هو الغرض من وجود دائرة المرشح ؟
- ١٠٨ — ما هي ميزة المكشاف النسبى ؟
- ١٠٨ — ما هي المساوئ ؟
- ١٠٨ — ما هو مميز فوستر — سبلى ؟
- ١٠٨ — لماذا يعتبر وجود المحدد ضرورياً ؟
- ١٠٩ — كيف يعمل المحدد ؟
- ١٠٩ — هل هذا لا يؤدي إلى تشويه الإشارة ؟
- ١٠٩ — ما هي ميزة هذا النظام ؟
- ١٠٩ — ما هي المساوئ ؟
- ١٠٩ — ما هو جهاز التحكم الأوتوماتيكي بالكسب ؟
- ١١٠ — كيف يتم تحقيق الاعاقة ( التأخر ) ؟

- ١١٠ - ما هو جهاز التحكم الأوتوماتيكي بالتردد ؟
- ١١١ - ماذا يعنى عملية الكشف ؟
- ١١١ - كيف يتم التحكم بالطنين ؟
- ١١٢ - هل توجد طريقة أكثر سهولة ؟
- ١١٢ - ما الذي تعنيه التغذية المرتدة السالبة ؟
- ١١٣ - كيف يتم نقل أو إرسال إشارات الستريو ؟
- ١١٣ - كيف يتم تحويل الإشارات إلى رموز ؟
- ١١٣ - كيف تتم عملية فك الرموز ؟
- ١١٥ - هل توجد أية مساوئ ؟

## محتويات الفصل السادس

### ( ٦ - مبادئ التلفزيون )

رقم الصفحة	السؤال
١١٧	- ما هو التلفزيون ؟
١١٧	- كيف يتم التقاط الصور ؟
١١٧	- ما هي أنبوبة الكاميرا ؟
١١٧	- كيف تعمل أنبوبة الكاميرا ؟
١١٩	- كيف يتم مسح الحزمة ؟
١١٩	- ما هو عنصر الصورة ؟
١١٩	- ماذا تعني بكلمة المسح ؟
١٢٠	- ما هو التشابك ؟
١٢١	- ما هو نمط ( أو شبكة ) خطوط المسح ؟
١٢١	- ما هو الذي نعنيه بعبارة التزامن ؟
١٢٢	- ما هو نوع التضمين المستخدم ؟
١٢٣	- ما هي أهمية عرض النطاق الترددي ؟

- ١٢٣ — ما هو الإرسال بتردد جانبي أثري ؟
- ١٢٥ — ما هي الترددات المستخدمة ؟
- ١٢٥ — هل تستخدم نفس الترددات للتلفزيون الملون ؟
- ١٢٦ — هل يمكننا أن نمنع النظر في هذا بدقة أكبر ؟

## محتويات الفصل السابع

### ( ٧ - جهاز الاستقبال التلفزيوني )

السؤال رقم الصفحة

- ١٢٧ — كيف يتم تكوين جهاز الاستقبال التلفزيوني ؟
- ١٢٨ — ما هي أنواع وحدات الموالفة ذات التردد العالي جداً المستخدمة ؟
- ١٢٩ — ما هي الميزات الخاصة للموالفة التزايدية ؟
- ١٢٩ — ما هو الموالف البرجي ؟
- ١٢٩ — كيف يعمل الموالف بتضيق الانفاذية ؟
- ١٣٠ — كيف يتم الموالفة الدقيقة ؟
- ١٣٠ — ما هو الاختلاف في جهاز موالفة الترددات فوق العالية ؟
- ١٣١ — كم هو عدد مراحل التردد الأوسط المطلوب ؟
- ١٣١ — كيف يتم تحقيق عرض النطاق الترددي الواسع هذا ؟
- ١٣٢ — كيف يتم استخلاص إشارة الصوت ؟
- ١٣٢ — ما هي مصيدة الصوت ( أو مرشح الإشارات الصوتية ) ؟
- ١٣٣ — ما هو الصوت أثناء الموالفة ؟
- ١٣٣ — ما هو نوع المضخم المستخدم لخرج الإشارات الحاملة للصور ؟
- ١٣٤ — ما هي استعادة التيار المستمر ؟
- ١٣٤ — ما هو التحكم الأوتوماتيكي بالكسب ؟
- ١٣٦ — ما هو دايود القمط ؟
- ١٣٧ — كيف يتم فصل النبضات الإطارية ونبضات الخط ؟

- ١٣٨ — ما هو التزام المنتظم السرعة ؟
- ١٣٨ — ما هو مبدأ القاعدة الزمنية ؟
- ١٣٩ — كيف تعمل مرحلة خروج المجال ؟
- ١٣٩ — كيف تعمل القاعدة الزمنية الخطية ؟
- ١٣٩ — كيف يتم إنتاج فلطية التعزيز وفلطية c.h.t. ؟
- ١٤١ — ما هي الموالفة التوافقية الثالثة ؟
- ١٤١ — ما هو المحول المزال الإشباع ؟
- ١٤١ — كيف يتم التحكم بالخطية ؟
- ١٤٢ — كيف يتم تأمين تصيرات الصورة الأخرى ؟

## الكهرباء

### ما هو التيار الكهربائي ؟

التيار الكهربائي عبارة عن حركة منتظمة للإلكترونات في دارة . تحدث بسبب ضغط فرق الجهد . وتكون سريان التيار الكهربائي .

### كيف يتم قياس التيار الكهربائي ؟

يتم قياس التيار بالأمبير . فمثلاً أن تياراً بقوة ١/ أمبير يسري عند مرور  $6,28 \times 10^{18}$  الكترون بنقطة معينة خلال ثانية واحدة . يزداد التيار بشكل متناسب مع الجهد ( التوتر ) المحدث له وينخفض التيار بشكل يتناسب مع المقاومة المعاكسة له . في العمل المتعلق بالراديو والتلفزيون تستخدم أجزاء صغيرة من الأمبير في العادة . فالمللي أمبير يرمز له بـ (mA) يعادل جزء من ألف من الأمبير ، والميكرو أمبير ( $\mu A$ ) يساوي جزء من مليون من الأمبير .

### ما هي المقاومة الكهربائية ؟

إن مقاومة سريان التيار الكهربائي تحدث بنسب متفاوتة في كل المواد . فمثلاً يطلق على المواد ذات المقاومة الضعيفة اسم الموصلات ( أو النواقل ) . وتتميز المعادن عن معظم المواد الأخرى بمقاومة أقل للتيار ، وإن النحاس ذا المقاومة الضعيفة للتيار والذي يتميز بشيوعه وسهولة تشغيله يستخدم على نطاق واسع كوسيلة لتوصيل أو نقل سريان التيار الكهربائي . وأما بالنسبة للمواد ذات المقاومة العالية للتيار فإنها تعرف باسم العوازل . ومن الأمثلة عليها الزجاج والخزف الصيني ( البورسلان ) والباكليت . ومن المواد المستخدمة حالياً أيضاً على نطاق واسع المواد البلاستيكية المختلفة .

## كيف يتم قياس المقاومة ؟

تقاس المقاومة بالأوم . وتستخدم مضاعفات وأجزاء الأوم في الأعمال المتعلقة بالراديو والتلفزيون كما هو مبين في الجدول رقم ١ . إن نظام ترميز الألوان القياسي الخاص بالمقاومات نجهه موضحاً في نهاية هذا الفصل .

### الجدول رقم ١ — مضاعفات وأجزاء الخاصيات الكهربائية

الرمز	المضاعفات والأجزاء	الخاصية الكهربائية
$\mu\Omega$ $\Omega$ $K\Omega$ $M\Omega$	ميكرواوم = $\frac{1}{1000000}$ أوم أوم كيلواوم = $1000 \times$ الأوم ميغاأوم = $1000000 \times$ الأوم	المقاومة
$PF$ (في بعض الأحيان يرمز لها بـ $\mu\mu F$ ) $nF$ $\mu F$ (في بعض الأحيان يرمز لها بـ $mfd$ )	$\frac{\text{ميكروفاراد}}{1000000}$ $\frac{\text{ميكروفاراد}}{1000}$ $\frac{\text{فاراد}}{1000000}$	المواسعة
$F$ $Hz$ $KHz$ $MHz$ $MHz$ $GHz$	فاراد هرتز كيلوهرتز = $1000 \times$ هرتز ميغاهرتز = $1000000 \times$ هرتز ميغاهرتز = $1000 \times$ كيلوهرتز جيكاهرتز = $1000 \times$ ميغاهرتز	التردد

## ما هو قانون أوم ؟

نستطيع أن نوضح ذلك بشكل مختصر على النحو التالي : إذا طبقنا جهد قيمته ١ فولت على دائرة مقاومتها ١ أوم فإنه سوف يسري تيار بقوة ١ أمبير . إن قطعة المقاومة المصنوعة من المعدن أو من الكربون ستكون لها قيمة مقاومة تتعلق فقط بأبعادها وبدرجة حرارتها . وتحسب قيمة المقاومة المقدرة بالأوم بالعلاقة  $V/I$  ويمكن أن تكتب العلاقة أيضاً على النحو التالي :  $I = V/R$  أو  $V = RI$  .

## ما هي القدرة الكهربائية ؟

القدرة ( الاستطاعة ) هي المعدل الذي يتم به تنفيذ العمل ، ويتم قياسها بالواط وتحدد على الجهد ( التوتر ) عبر الجزء المقاس من الدارة. وعلى التيار المار من خلالها . القدرة ( المقدرة بالواط ) = الجهد  $\times$  التيار ( قيم الفولط  $\times$  قيم الأمبير ) . فإذا جمعنا بين هذه وبين صيغة قانون أوم فإننا نحصل على :

$$W = I^2 R \text{ أو } W = \frac{V^2}{R}$$

## ما هو اتجاه جريان الالكترونات في الدارة ؟

تتحرك الالكترونات من القطب السالب لمنبع الإمداد بالقدرة فتمر عبر الدارة نحو القطب الموجب . ( وهذا يكون في الاتجاه المعاكس لإشارة جريان التيار التقليدية والتي تحدث قبل أن يتم فهم فعل الالكترونات بشكل تام ) . في الدارة المبينة في الشكل ١ (أ) والمكونة من منبع توتر أو فلطية ( بطارية ) ومن الحمل  $R_1$  الذي يستهلك التيار وبذلك يعطي القدرة ، ونجد إتجاه جريان التيار كما هو محدد بالأسهم .

ما هو مقدار التيار الساري وما هو تأثير إضافة المقاومة على الدارة المبينة في

## الشكل ١ (أ) ؟

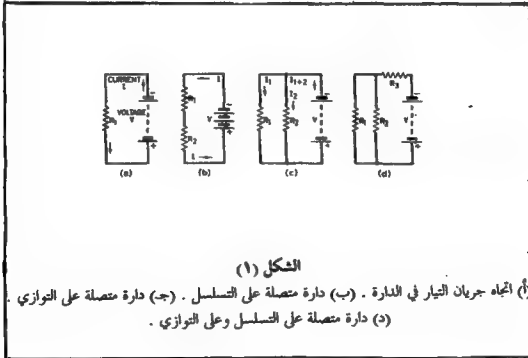
إذا كان مصدر المنبع يساوي ٦ فولط ( الجهد الاسمي لبطارية ثانوية ثلاثية الخلايا ) وكانت مقاومة الحمل  $R_1$  تساوي ١٢ أوم فإننا نقوم بعملية الحساب استناداً إلى قانون أوم الذي يقول بأن التيار في الدارة يساوي  $\frac{6}{12}$  أو ٠,٥ أمبير . وبإضافة مقاومة ماثلة ( $R_2$ ) على التسلسل كما في الشكل ١ (ب) نجد أن ذلك يؤدي

إلى إنقاص التيار إلى ٠,٢٥ أمبير أي :

$$I = V/(R_1 + R_2) = 6/(12 + 12) = 1/4$$

### كيف تؤثر أنواع توصيلات الدارة الأخرى على سريان التيار ؟

تعتبر الدارة المبينة في الشكل ١ (ب) من الدارات المتصلة على التوالي ( أي أن كافة العناصر الموجودة فيها متصلة مع بعضها على التسلسل ) . فإذا قمنا بدلاً من ذلك بوصل المقاومة  $R_2$  عبر المقاومة  $R_1$  كما في الشكل ١ (جـ) . فإننا نكون بذلك قد شكلنا دائرة متصلة على التوازي أو دائرة متفرعة . وفي هذه الحالة ، إذا افترضنا بأن قطع المقاومات لها قيمة أومية واحدة فإن التيار ينقسم بالتساوي بين كل ذراع من أذرع الدارة . إن الجهد الموجود عبر كل قطعة مقاومة يعتبر نفس الجهد المطبق من قبل . وهكذا يكون التيار أيضاً المار من خلال كل قطعة مقاومة ، ولذلك فإنه يتكون لدينا ضعف التيار ( $I_2 + I_1$ ) الساري عبر الدارة الكلية . وبذلك فإن المقاومة الفعالة في الدارة تكون قد قسمت بالتساوي . بالنسبة لقطع المقاومة ذات القيمة المتباينة المتصلة على التوازي ، يتم حساب المقاومة الفعالة بجمع المتبادلات وبذلك :





$$\text{الخ} \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots$$

توجد طريقة بسيطة لجمع قطعتي مقاومة متصلتين على التوازي وذلك بعملية الحساب التالية :

$$R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

في الدارة التي تكون فيها التوصيلات على التوازي وعلى التسلسل كما في الشكل ١ (د) يتم تحديد التيارات الفردية بتطبيق قانون أوم والمقاومات الفعالة للمجموعات المتصلة على التوازي والمحسوبة قبل إضافة المقاومة الكلية المتصلة على التسلسل وحساب جريان التيار الكلي . ننصح بممارسة صنع دارات صغيرة من هذا النوع حيث أنها تستخدم عى نطاق واسع في الراديو والتلفزيون .

### كيف يتم حساب التيارات وهبوطات الجهد في التضرعات المختلفة من الشكل ١ (د) بشكل عملي ؟

يتم أولاً حساب المقاومة المكافئة للشبكة المتوازية  $R_1$  و  $R_2$  ثم تضاف هذه إلى المقاومة  $R_3$  للحصول على المقاومة الكلية . ثم يتم تقسيم الناتج على فلطية المنبع للحصول على التيار الإجمالي .

إذا كانت فلطية المنبع ٧ تساوي ٦ فولط والمقاومة  $R_1$  تساوي ٢٠ أوم و  $R_2$  تساوي ٥ أوم و  $R_3$  تساوي ٨ أوم ، فإن المقاومة المكافئة لـ  $R_1$  و  $R_2$  ستكون  $\frac{20 \times 5}{20 + 5} = 4$  أوم وهذه القيمة تضاف إلى قيمة المقاومة  $R_3$  فتصبح  $4 + 8 = 12$  أوم . ونجد أن تيار الدارة يساوي  $\frac{7}{12}$  أو ٠,٥ أمبير . وعندما يجري هذا التيار

عبر المقاومة  $R_3$  فإن هبوط الجهد عبر قطعة المقاومة هذه يجب أن تساوي  $8 \times 0,5 = 4$  فولط وبذلك يصبح هبوط الجهد عبر السراخ المتوازي  $4 - 4 = 0$  فولط . وهكذا نجد أن التيار المار عبر المقاومة  $R_1$  يساوي

$\frac{1}{2} = 0,1$  أمبير والتيار المار عبر المقاومة  $R_2$  يساوي  $\frac{1}{5} = 0,2$  أمبير . ويجب أن نلاحظ بأن هذين التيارين يساويان جريان التيار الكلي .

### ما هي القدرة المتطورة ؟

إن القدرة الناشئة في المقاومة  $R_3$  هي  $I^2 R_3$  أو  $20 \times 8 = 160$  واط . وأما القدرة في المقاومة  $R_1$  فهي  $I_1^2 R_1 = 0,1 \times 20 = 2$  واط . في المقاومة  $R_2$  القدرة تساوي  $I_2^2 R_2 = 0,2 \times 8 = 1,6$  واط . وكمية تدقيق لهذه الحسابات ، يمكن تقدير القدرة في الدارة بحاصل الجهد والتيار  $3 = 0,5 \times 6$  واط . وهذه هي مجموع القوى الفردية الثلاث الآتية . إن تقدير معدل القدرة في المقاومات الموجودة في دارات الراديو والتلفزيون يعتبر هاماً للغاية .

### هل جميع المواد المقاومة تتبع قانون أوم ؟

كلا . إن مقاومة بعض المواد تقل عند زيادة درجة الحرارة ، وبالنسبة لمواد أخرى نجد أن قيمة المقاومة تتعلق بالجهد المطبق . إن قطع المقاومة الحساسة لدرجة الحرارة يطلق عليها اسم الثرمستورات وهي تستخدم في موازنة منابع الجهد ضد الزيادات الحاصلة في درجة الحرارة ، وهذه الثرمستورات تستخدم عادة في خطوط إمداد مسخنات الصمامات . إن المقاومات المعتمدة على الجهد تسمى في بعض الأحيان بالفارستورات ( أي المقاومات المتغيرة ) .

### ما هي تأثيرات التيار الكهربائي ؟

توجد ثلاث تأثيرات : (١) التأثير الكيميائي ، (٢) والتأثير الحراري ، (٣) والتأثير المغناطيسي .

### كيف يتم استخدام التأثير الكيميائي ؟

يستخدم التأثير الكيميائي بتحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية بـ (أ) فعل الخلية الأولية و(ب) فعل الخلية الثانوية .  
( أ ) تحتوي الخلايا الأولية على صفائح من معادن مختلفة في محلول كهربائي ( الكتروليت ) . تقوم بإحداث جريان تيار من خلال حمل خارجي عندما

يتم توصيله . ولا تتوفر سوى تيارات صغيرة كما أن الخلايا ( أو البطاريات ) لا يمكن شحنها مرة أخرى .

(ب) تحتوي الخلايا الثانوية على معادن مخلفة وعلى الكتروليت ويمكن إعادة تشكيل الصفائح بواسطة تيار شحن . ونظراً لقدرتها على إعطاء تيارات أكبر لفترات قصيرة فإنها تستخدم في بعض التطبيقات مثل تزويد العربات بالقدرة حيث يمكن تنظيم تيار شحن . يرمز للبطارية بخط طويل وقصير كما هو مبين في الشكل ١ . ويرمز للقطب الموجب بالخط الأطول .

### ما هو التأثير الحراري للتيار الكهربائي ؟

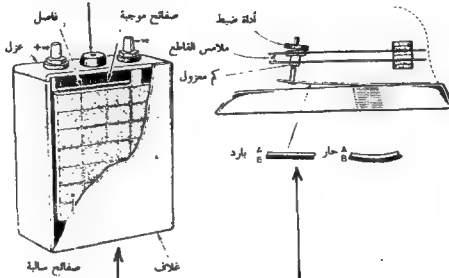
إن التيار الجاري عبر موصل ( أو ناقل ) يستخدم الطاقة . وهذه الطاقة تنتج الحرارة . وتتعلق كمية الحرارة الناتجة بالتيار الجاري وبمقاومة الناقل . وهذا مساو للقدرة المستهلكة ، التي رأيناها متمثلة في  $I^2R$  . إن الضياعات الحرارية التي تحدث في الأعمال المتعلقة بالراديو والتلفزيون يشار إليها غالباً على أنها ضياعات  $I^2R$  .

### كيف يتم استخدام التأثير الحراري ؟

إن أوضح مثال على ذلك هو النار الكهربائية حيث نرى الناقل الذي يتميز بمقاومة عالية نسبياً يتوهج ويصبح أحمر اللون عندما يمر فيه تيار كهربائي . وهناك مثال آخر وهو المصباح المتوهج الذي يتوهج فيه السلك الدقيق بلون أبيض ساخن .

بالنسبة للعمل المتعلق بصناعة الراديو يتم بذل غاية خاصة للتغلب على مشكلة التأثيرات الحرارية غير المرغوب فيها إلا أنه تم الاستفادة من هذا التأثير بعدة طرق . هناك جهاز يسمى بالمزدوجة الحرارية وهذه تستخدم كمفتاح منظم الحرارة ، أو كأساس يعتمد عليه في حركة مقياس حساس . إن التركيبة الأساسية للموسسات نموذجي مستخدم في مكواة كهربائية نجدها مبينة في الشكل ٢ . إن المعادن غير المتشابهة A و B المحومة مع بعضها لتشكل قطعة طويلة ضيقة تنحني عندما تسخن وتفتح تماسات الترموستات . إن المقياس المزود بمزدوجة حرارية يستخدم الحرارة الناتجة بسبب جريان التيار لتحريك إبرة التأشير .

غطاء إملاء ( مع تجوية )

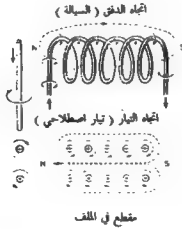


الشكل (٧)

استخدام ثرموستات ثنائي المعدن للتحكم بمكواة كهربائية .

الشكل (٣)

تركيبية خلية ( بطارية ) ثانوية نموذجية ( مدخرة قابلة للشحن مرة أخرى )



الشكل (٤)

التدفق المغناطيسي الحاصل حول ناقل حامل للتيار . يجب أن نلاحظ بأن جهة التيار المبينة تدل على اتجاه التيار التقليدي ويشير الاتجاه المعاكس إلى جريان الالكترونات الفعلي .

## ما هو التأثير المغناطيسي للتيار الكهربائي ؟

إن الناقل ( الموصل ) الحامل للتيار يحتوي على مجال مغناطيسي حوله . إن التدفق ( قوة ) أو عدد الخطوط المغناطيسية يتعلق بحجم التيار ، وإن جهة التدفق ، أو القطبية المغناطيسية تتعلق باتجاه التيار .

إن الرموز الدالة على هذه التأثيرات نجدها مبينة في الشكل ٤ ، حيث يدل رمز الصليب مع أن التيار يجري من جهة المراقب وتشير النقاط إلى أن التيار يتجه في جريانه نحو المراقب .

## هل ينطبق هذا على الملف ( وشيعة ) ؟

بالإشارة مرة أخرى إلى الشكل ٤ يمكن أن نلاحظ بأن اللفات في وشيعة سلكية تتضمن مجالات مغناطيسية حولها باتجاه مشترك بحيث يصبح التأثير الكلي عبارة عن مجال مغناطيسي يتركز تدفقه داخل الوشيعة وتحدد قطبتيه كما هو مبين ، حيث نجد القطب الشمالي هو ذلك الطرف الذي تميل خطوط القوة المغناطيسية بالتوجه نحوه .

## هل يمكننا أن نضبط تركيز التدفق المغناطيسي ؟

توجد ثلاث طرق لزيادة التدفق المغناطيسي : (١) بزيادة عدد اللفات في الوشيعة ، (٢) بزيادة التيار المار عبر الوشيعة ، (٣) بإدخال قلب حديدي مطاوع في الوشيعة .

إن هذا الأثر الأخير يحول الوشيعة أو الملف إلى مغناطيس كهربائي .

## كيف يقوم القلب الحديدي المطاوع بتقوية المجال ؟

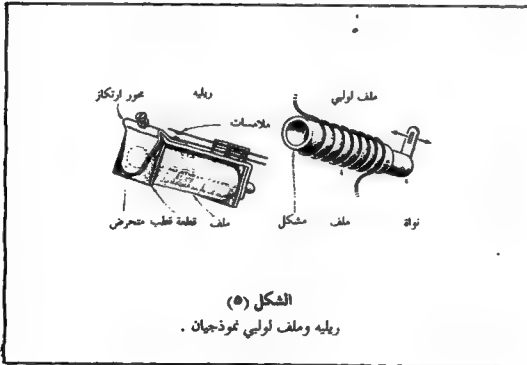
إن الحديد المطاوع يتميز بممانعة مغناطيسية أقل من الهواء ( الممانعة المغناطيسية هي المعارضة لخطوط القوة المغناطيسية ، كما أن المقاومة هي المعارضة للتيار الكهربائي ) . يقوم الحديد المطاوع بتركيز التدفق المغناطيسي في منطقة صغيرة ، مما يزيد من قوة المجال . وبإنقاص الفجوة الهوائية بين أقطاب المغناطيس الكهربائي ، يزداد التدفق المغناطيسي أكثر . توجد طريقة عملية تتجلى بتشكيل القلب على شكل U على شكل حافر حصان .

## كيف يتم استخدام المغناطيس الكهربائي ؟

(١) لتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية و(٢) لتحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية . ومن الأمثلة العملية على تحويل الطاقة الكهربائية إلى ميكانيكية الريليات والملفات اللولبية وحركات أجهزة القياس . تستخدم الريليات والملفات اللولبية على نطاق واسع في آلات مسجلات الأشرطة ، لتأمين كل من الفعل الأوتوماتيكي ولتقديم التشغيل الميكانيكي بأقل حد من القوة اليدوية . يوضح الشكل ٥ التركيب الأساسي لكل من الريلية والملف اللولبي .

ففي الريلية يمر التيار عبر الملف فيغذي المغناطيس الكهربائي بالطاقة . ويتم جذب عضو التحريض ( الأرماتور ) الذي يتحرك لوصل تماسات المفتاح . يمكن استخدام طرق عديدة لتشغيل بهذا الشكل .

وفي الملف اللولبي يؤدي جريان التيار إلى جذب القلب الحديدي المطاوع في الملف . ويتصل بهذا القلب قضيب توصيل يقوم بشد مفتاح أو بعملية قدرة ذراعية ميكانيكية . وفي حال انعكاس التيار فإن ذلك يؤدي لإحداث فعل دفعي . وهذه العملية تكون مدعمة بنابض في العادة .

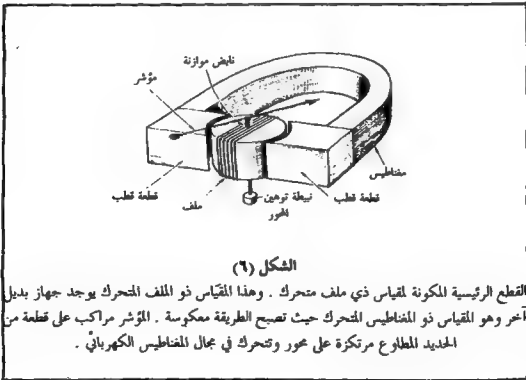


## كيف يعمل المقياس ؟

يوجد مغناطيس دائم مزود بقطع قطبية مشكلة ( انظر الشكل ٦ ) يقوم بإنتاج تدفقاً قوياً عبر الفجوة . وضمن هذه الفجوة يوجد ملف معلق مركب على اسطوانة مرتكزة على محور ويتصل بها مؤشر . إن مرور التيار عبر الملف يجعل تدفق الملف يساعد أو يعارض تدفق المغناطيس الدائم . وهذا بدوره يجعل الاسطوانة تدور على محورها ويجعل المؤشر يتأرجح عبر مقياس . تستخدم عدة طرق لتخميد هذه الحركة .

## كيف يتم استخدام هذا المبدأ ؟

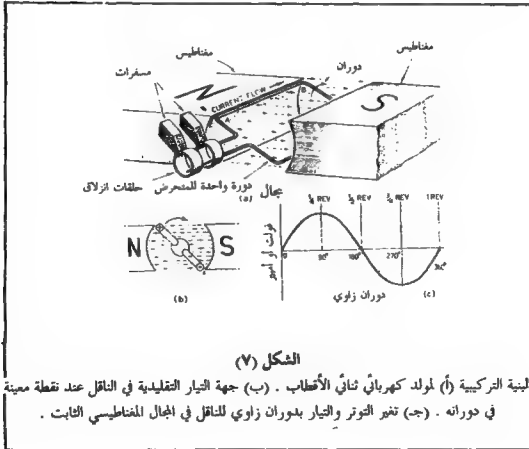
إذا رجعنا إلى التركيب الأساسي لمولد كهربائي كما في الشكل ٧ ، فإننا نلاحظ بأنه من أجل الحصول على سرعة دوران منتظمة فإن عدد خطوط القوة الأعظمي يتم قطعه بمقطع الناقل A—B وكأنه يمر عبر القسم الأفقي لدورانه . يتم تشكيل الناقل على شكل حلقة وتتصل حلقات انزلاقية بالأطراف ، وتكون توصيلات الفحمة متلامسة مع الحلقات . عندما يكون الناقل قد مر من نقطته الدنيا ، أي في



القسم السفلي من ترجهه فإن اتجاه التيار المستحدث يتغير . وهكذا نجد أنه عند توصيلات الفحمة يتم نزع تيار متغير في الكم والاتجاه إلى الحمل الخارجي .  
يمكن أن نرى بأن هذا التيار المتناوب لمعدل دوران منتظم يتغير بشكل منتظم بدورة شائعة في أعمال صناعة الراديو والقطع الكهربائية وتعرف باسم الموجة الحبيبية .

### ما هو التردد ؟

لقد تبين معنا بأن دورة واحدة كاملة لدائرة المولد الأساسية تنتج موجة حبيبية واحدة . إن السرعة التي عندها تدور الدورة تحدد عدد هذه الموجات الحبيبية الناتجة خلال وقت معين ، أو عدد الدورات في الثانية ( هرتز ) ، تعرف باسم تردد التيار المتناوب ، أو أن توصيلة تيار متناوب لمقياس فولط مع أطراف توصيل المولد سوف تظهر بأن الفولتاج ( التوتر ) يتغير بنفس الطريقة تماماً .





في الممارسة العملية يتم لف عدد كبير من الحلقات على عضو الإنتاج الكهربائي ( الأرماتور ) . وبدلاً من المغناطيس الدائم ، تشكل لفائف المجال المغناطيسي الحقل المغناطيسي الأساسي الذي فيه يدور عضو الإنتاج الكهربائي .

### ما هو التردد القياسي ؟

في صناعة الراديو والتلفزيون ما يهمننا بشكل رئيسي هو تردد لإرسالات البث التي يتم إنتاجها بشكل مختلف والتي تغطي مجالاً يتراوح من بضعة هرتزات قليلة إلى عدة ملايين من الهرتزات . ولكن القوة المستخدمة لتشغيل عدد كبير من الأجهزة يتم الحصول عليها من منبع التغذية الرئيسية بالكهرباء والذي يكون تردده قياسياً بمعدل ٥٠ هرتزاً في المملكة المتحدة .

### ما هي قيمة متوسط الجذر التربيعي ؟

كما أوضحنا سابقاً ، فإن الموجة الحبيبية تتراوح من الحد الأدنى إلى الحد الأعظمي ثم تعود إلى الحد الأدنى ، فتعكس القطبية وتتغير مرة أخرى بنفس الطريقة لكل دورة . وبذلك يصل التوتر المتناوب إلى الذروة مرتين في كل دورة ، مرة موجباً ومرة سالباً .

إذا أخذنا موجة حبيبية وقمنا بقياس تأثيرها الحراري فإننا نجد أن هذا يساوي ٠,٧٠٧ من التأثير الحراري الناتج بتيار مستمر (d.c) مساو للقيمة الذروة لتيار الموجة الحبيبية المتناوب . وهذا يعتبر رقماً متوسطاً عملياً مستخدماً على نطاق واسع . إن هذه القيمة الفعالة لتيار متناوب هي متوسط الجذر التربيعي أو الجذر التربيعي المتوسط قيمة مربع التيار . إن القيمة الذروة تساوي ١,٤١٤ مضروبة بمتوسط الجذر التربيعي . وحيث أن ١,٤١٤ هي جذر  $\sqrt{2}$  فإننا يمكننا أن نقول بأن :

$$I_{r.m.s} = I_{peak} / \sqrt{2}$$

في صناعة الراديو والتلفزيون تعطى قيم متوسط الجذر التربيعي ما لم يتم ذكر غيرها . وكمثال على ذلك لدينا التوتر التشغيلي لقطعة مكونة ، والذي قد يساوي ٢٥٠ فولط تيار مستمر ، ولكن يكون منها فقط ١٧٥ فولط تيار متناوب وذلك

للسماح بالتأثير التحليلي عند التوترات الذروية تيار متناوب .

يتم ذكر قيم القدرة الذروية حين اللزوم .

### ما هي التأثيرية ( التحريضية ) ؟

إن حدوث تغير في جريان التيار في ملف يؤدي إلى تحريض قوة دافعة كهربائية ، وقوة دافعة كهربائية عكسية ، تعارض التغير الحاصل في التيار . إن حجم القوة الدافعة الكهربائية يتعلق بمعدل التغير في التيار وتحريضه الملف . تتعلق تحريضية ملف ما بعدد اللفات السلكية . وبشكل وحجم الملف وبوجود أو عدم وجود المادة المغناطيسية في القلب .

يرمز للتحريضية بالحرف L وتسمى الوحدة الأساسية لها « هنري » . وهذه هي التحريضية التي تحدث قوة دافعة كهربائية عكسية مقدارها ١ فولط مع تغير في التيار بمعدل ١ أمبير في الثانية . يتم جمع التحريضات على التسلسل ، كما في حالة المقاومات ، وعلى التوازي يتم جمع مبادلاتها أيضاً .

### ما هو التأثير الذي يتميز به القلب ؟

يتجه القلب الحديدي أو قلب غبار الحديد إلى تقوية المجال المغناطيسي وبذلك تزداد التحريضية عندما يتم إدخال القلب . وأما قلب النحاس الأحمر أو الأصفر فله تأثير معاكس . إن قلوب غبار الحديد المعروفة بالقلوب المعدنية الثقالة يتم استخدامها على نطاق واسع في الراديو والتلفزيون من أجل أغراض التوليف .

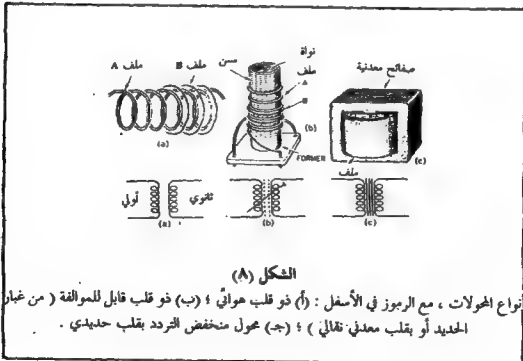
### ما هو المحول ؟

إذا تم تقريب ملف يحمل تيار متناوب من ملف آخر ، فإن المجال المغناطيسي من الملف الأول يحرض مجالاً مغناطيسياً ، مما يؤدي إلى جريان تيار في لفائف الملف الثاني . ويقال عن الملفين بأنهما مقترنان حثياً . إن وجود لفيفتين أو أكثر مقترنتين بهذا الشكل تكونان المحول . إن الليفة التي تتم تغذيتها بالتيار تسمى بليفة المحول الأولية ، والليفة التي يتم بها تحريض التيار تسمى بالليفة الثانوية .

توجد أنواع كثيرة للمحول . ويوضح الشكل ٨ عدة محولات نموذجية مستخدمة في أجهزة الراديو . وهذه قد تكون (أ) ذات قلب هوائي أو (ب) ذات قلب موالف من غبار الحديد أو (ج) ملفوف على قلب من صفائح رقيقة من الحديد اللين . إن المحولات من النوع (أ) و(ب) هي معظمها من الأنواع ذات التردد العالي . بينما تستخدم النوعية (ج) في الترددات المنخفضة . يوجد نوع آخر خاص وهو ذلك المستخدم في الدارات العالية التوتر لمراحل خرج خط التلفزيون ، الملفوف على قلب من الفريت ( خام حديدي ) . في حالة المحولات المستخدمة للدارات الموالفة ( التي ستأتي معنا فيما بعد ) نجد أن مقدار الاقتران بين اللفائف يتم تحديده بتقارب اللفائف ليم التحكم بعرض النطاق الترددي الذي عليه يكون المحول فعالاً .

### ما هي العلاقة بين اللفائف ؟

إن نسبة عدد اللفات في اللفيفة الأولية والثانوية لها علاقة مباشرة بانتقال الفلطية . وهكذا في حال وجود ضعف اللفات في اللفائف الثانوية كما في اللفيفة الابتدائية فإنه سيتم الحصول على نسبة ٢ : ١ من رفع الفلطية الابتدائية في المحول التام . وبالعكس فإن نصف اللفات في الملف الثانوي سوف يعطي نفس المعدل من خفض الفلطية .

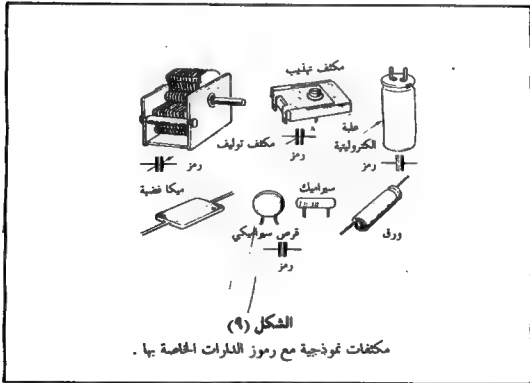


## كيف يتم تحويل القدرة ؟

إن القدرة في لفيفة المحول الأولية تساوي الفلطفية  $\times$  التيار . إن المحول الفعال بمعدل مائة بالمائة تكون القدرة في ملفه الثانوي مساوية للقدرة في الملف الأولي وهكذا نجد بأن نسبة ٢ : ١ من رفع الفلطفية ستحدث إنخفاضاً مماثلاً في التيار . إن مضاعفة الفلطفية تخفض التيار إلى النصف . لا يتوقع في الممارسة العملية أن تكون المحولات فعالة بهذا الشكل ولا يعتبر إنتقال القدرة بنفس الأهمية التي تتميز بها العوامل الأخرى .

## ما هي السعة ؟

السعة تطلق على خاصية تخزين شحنة كهربائية . إن المكثف هو في الأساس عبارة عن زوج الصفائح يفصل بينهما عازل كهربائي . وقد تكون هذه الصفائح مصنوعة من معدن صلب أو من رقيقة معينة ، وأما العازل فقد يكون الهواء أو مادة عازلة أخرى مثل الميكا أو ورق مشمع أو السراميك . في المكثف الالكتروليتي يحتوي العازل أيضاً على مركب كيميائي .



## كيف يتم قياس السعة ؟

تقاس السعة بوحدة تسمى الفاراد . ولكن بما أن هذه الوحدة تعتبر كبيرة جداً بالنسبة للاستعمال العادي فقد تم استخدام قيم الميكروفاراد ( $\mu F$ ) وتساوي واحد من المليون من الفاراد ، والبيكوفاراد (PF) وتساوي جزء من مليون مليون من الفاراد .

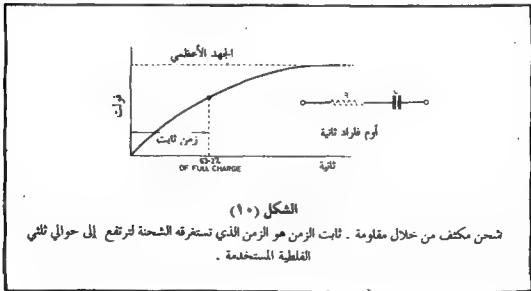
## كيف يتم حساب ثابت الزمن ؟

إن ثابت الزمن أو علاقة RC تعتبر ذات أهمية في العديد من الاستخدامات المتعلقة بالراديو . إذا قمنا برسم خط بياني عن معدل الشحن في مكثف بفلطية ثابتة ، وتم الرسم باعتبار الزمن مقدراً بالثانية كما في الشكل ١٠ ، فإننا نلاحظ بأن ميل الخط البياني يعتبر دلالة على ثابت الزمن . إن النقطة  $\therefore 63,2\%$  تعطينا جزءاً مستقيماً نوعاً ما في المنحنى الذي سنعمل عليه .

$T = RC$  حيث  $T$  تقدر بالأوم و  $C$  بالفاراد . و  $T$  بالثانية

## ما هي المفاعلة السعوية ؟

يتم تقديم الممانعة لجريان التيار بواسطة السعة ، كما بالمانعة أو التحريضية . بالنسبة لتيار مستمر يبدو المكثف وكأنه دائرة مفتوحة . وأما بالنسبة لتيار متناوب فإن المكثف يعطي مفاعلة تتعلق بقيمة المكثف وبتردد التيار المتناوب المطبق . تقدر المفاعلة بالأوم

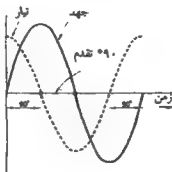


$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$  حيث تكون  $f$  مقدرة بالهرتز و  $C$  بالفاراد . أما القيمة الثانية  $2\pi$  أو  $6.28$  فإنها تستخرج من الدورة المتناوبة للموجة الجيبية . ( إن مفاعلة محث أو تحريضية هي  $X_L = 2\pi fL$  حيث  $X_L$  تقدر بالأوم و  $f$  بالهرتز و  $L$  بالهنري .

### ما هي العلاقة الطورية ؟

في دارة ذات سعة محضة ، تكون الفلطية صفرأ عندما يكون التيار بقيمته الأعظمية ، فيتم شحن الصفائح وعندما ينخفض التيار فإن الفلطية ترتفع إلى قيمة الشحن . ويرسم بياني للفلطية والتيار مقابل الزمن كما في الشكل ١١ نجد بأن التيار يقود الفلطية بـ  $90^\circ$  درجة ، وتتقاطع موجة التيار مع محور الصفر بزاوية  $90^\circ$  درجة قبل موجة الفلطية .

في دارة محث يحدث العكس . وتتقدم الفلطية بمقدار  $90^\circ$  درجة ، بالنسبة لمحثة محضة ، وبمقدار  $45^\circ$  درجة عندما تكون المقاومة في الدارة مساوية لمفاعلة المحثة . وفي الواقع لا توجد قطعة مكونة تامة ، يحتوي ملف المحثة على كل من المقاومة والسعة الذاتية .



(الشكل ١١)

العلاقة الطورية بين التيار والفلطية في دارة مفاعلة . بوجود سعة محضة يتقدم التيار الفلطية بمقدار  $90^\circ$  درجة ، وبوجود محث أو تحريضية محضة تتقدم الفلطية على التيار بمقدار  $90^\circ$  درجة . في حال إضافة مقاومة إلى الدارة فإن السلك الموصل للتيار ( أو تخلف الفلطية ) يصبح أقل إذا كانت المقاومة مساوية تماماً لمفاعلة المكثف . فإن التقدم سيصبح  $45^\circ$  درجة . وبوجود دارة مقاومة محضة فإن الأشكال الموجية للتيار والفلطية تصبح متفقة الطور .

### ما هو تأثير الجمع بين السعة والمحاثة والمقاومة في دائرة واحدة ؟

نظراً لوجود الفرق في زوايا الطور الملاحظة أعلاه فإنه يجب اعتبار التسامح عند حساب المقاومة المختلطة ( التي هي المقاومة للتيار المتناوب ) لعناصر الدارة . إن مجموع مفاعلة الملف والمقاومة يساوي جذر مجموع مربعاتهما أو  $Z = \sqrt{X L^2 + R^2}$  بينما يكون مجموع مفاعله مقاومة ومكثف بنفس الطريقة .  $\sqrt{X C^2 + R^2}$

### ما هو الرنين ( الطنين ) ؟

إن جمع C مع L لصنع دائرة موالفة يجعل تلك الدارة حساسة لبعض الترددات المعينة عند التردد الرنان لدائرة موالفة ، تكون مفاعلة المكثف مساوية لمفاعله ملف المحاثة . ولإيجاد التردد لأي دائرة معينة ، مع معرفة قيم المكثف والمحاثة ، فلنأخذ نجمع صيغتي المفاعلة ونقول بأن :

$$2\pi f L = \frac{1}{2\pi f C} \text{ أو } X L = X_C$$

وبقلب للصيغة نجد أن  $f$  هي  $\frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$

### ماذا تعني معامل Q في ملف ما ؟

إن Q تمثل نسبة مفاعله ملف دائرة موالفة إلى مقاومتها . إن الملف التام لن يحتوي على مقاومة ، مما يحدث ضياعات في الطاقة . ومنه فإن Q تعتبر مقياساً لفعالية أو جودة الملف . وهي أيضاً تعتبر مقياساً للانتقائية ( الاستجابة لذبذبة معينة دون غيرها ) والكسب في دائرة موالفة .

### ماذا تعني بعبارة تخميد دائرة موالفة ؟

تعني هذه الكلمة تخفيض مقاومتها ( أو ممانعتها ) بوصل مسار مقاومة منخفضة متناوبة على التوازي معها . إن التخميد يقلل مقاومة الملف وبذلك يتحسن عرض النطاق الترددي في دائرة الموالفة ( انظر الشكل ٤٥ فيما بعد ) .

### ما هي رموز الألوان المصطلحة للمقاومات ؟

تتم الإشارة إلى الخصائص إما بمحلاقات ملونة ، تتم قراءتها من نهاية القطعة المكونة باتجاه المركز أو باتجاه التسلسل التالي . جسم ملون ، رأس ملون ، نقطة ملونة أو أو خط ملون . ويكون الرأسى الآخر ملوناً ، وهذا يدل على التسامح .

يدل اللون الأول على الرقم الأول لقيمة القطعة المكونة . ويدل اللون الثاني على الرقم الثاني ، والرقم الثالث يدل على العدد الذي تم به ضرب الرقمين الأولين ؛ ويدل الرابع على التسامح . وعند عدم الإشارة إلى أي قيمة تسامح فإنه يتم اعتبار الرقم  $\pm 20\%$  .

لنأخذ أمثلة على ذلك : إن المقاومة التي يكون جسمها بلون بني ورأسها بلون أحمر مع نقطة صفراء ستكون مقدرة بقيمة ١٢٠ ٠٠٠ أوم . وأما المقاومة ذات الأربع خطوط من اليسار إلى اليمين بالألوان التالية : الأخضر والأزرق والأسود والذهبي فإنها تدل على مقاومة قيمتها ٥٦ أوم بتسامح  $\pm 5\%$  .

الجدول ٢ رموز الألوان الاصطلاحية للمقاومات

اللون	الرقم الأول	الرقم الثاني	المضروب فيه	
أسود	—	٠	١	—
بني	١	١	١٠	$\pm 1\%$
أحمر	٢	٢	١٠٠	$\pm 2\%$
برتقالي	٣	٣	١٠٠٠	—
أصفر	٤	٤	١٠٠٠٠	—
أخضر	٥	٥	١٠٠ ٠٠٠	—
أزرق	٦	٦	١٠٠٠ ٠٠٠	—
بنفسجي	٧	٧	١٠٠٠٠ ٠٠٠	—
رمادي	٨	٨	١٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠	—
أبيض	٩	٩	١٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠	—
ذهبي	—	—	٠,١	$\pm 5\%$
فضي	—	—	٠,٠١	$\pm 10\%$
بلا لون	—	—	—	$\pm 20\%$



## هل يطبق نفس النظام على المكثفات ؟

يوجد عدد من الرموز المختلفة تستخدم للدلالة على التسامحات وعلى قيم الفلظيات . وفي معظم الحالات تطبق أيضاً رموز الألوان الرقمية للمقاومات . ويعبر عن الوحدة بالبيكوفاراد ويساوي واحد من مليون من الميكروفاراد .

يستخدم أيضاً رمز اللون بشكل رقمي للدلالة على التسامح أي بني ١٪ ، برتقالي ٣٪ ، إلخ ، وقيمة الفلظية X ١٠٠ أي أحمر ، ٢٠٠ فولط . يختلف موضع النقاط أو الخطوط الملونة باختلاف النوع . فمثلاً المكثفات السيراميكية تستخدم نقطة ملونة طرفية لمعامل درجة الحرارة ، والثلاثة التي تليها في الترتيب للدلالة على أرقام هامة .



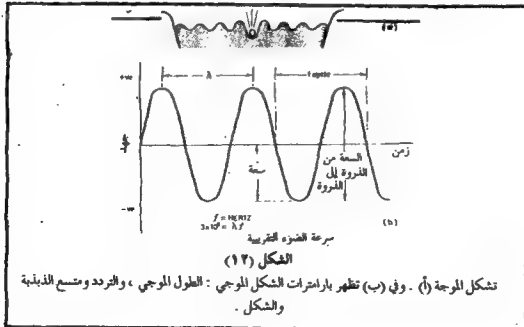
## الأمواج الصوتية واللاسلكية

### ما هي الموجة اللاسلكية ؟

الموجة اللاسلكية عبارة عن موجة كهرومغناطيسية : فهي تتكون من الطاقة المنوثة لمجالات كهرومغناطيسية عندما تكون متغيرة في الشدة ولا تحتاج إلى وسط مادي لانتشارها .

### ما هو الطول الموجي ؟

الطول الموجي هو المسافة الكائنة بين كل ذروة متعاقبة أو قرار موجة ، كما هو مبين في الشكل ١٢ (ب) . إن التحول من كل ذروة إلى الذروة الأخرى يسمى بدورة واحدة . تقاس الأطوال الموجية اللاسلكية بالأمتار ويرمز للأطوال الموجية بالحرف الإغريقي  $\lambda$  .



## ما هو التردد ؟

كما رأينا في الفصل الأول . إن تردد الشكل الموجي هو معدل التكرار أو عدد الدورات في وقت معين . يتم قياس التردد بالهرتز حيث أن ( ١ هرتز = دورة واحدة في الثانية ) . إن متسع الذبذبة في الطول الموجي هو المسافة بين متوسط المستوى والذروة . يتم تصنيف الأمواج اللاسلكية طبقاً لتردداتها وطولها الموجي . ونجد التصنيفات القياسية مدرجة في الجدول ٣ .

الجدول ٣ — الطول الموجي والتردد

الاختصار	التردد	الطول الموجي	الاسمية
V.L.F تردد منخفض جداً	أقل من ٣٠ كيلوهرتز	فوق ١٠٠٠٠ متر	مويلمتري
L.F (تردد منخفض)	٣٠ — ٣٠٠ كيلوهرتز	١٠٠٠٠ - ١٠٠٠ متر	كيلومتري
M.F (تردد متوسط)	٣٠٠ - ٣٠٠٠ كيلوهرتز	١٠٠٠ - ١٠٠ متر	هكومتري
H.F (تردد عال)	٣٠٠٠ - ٣٠٠٠٠ كيلوهرتز	١٠٠ - ١٠ متر	ديكامتري
V.H.F تردد عال جداً	٣٠٠ - ٣٠٠٠ ميغاهرتز	١٠ - ١ متر	متري
U.H.F تردد فوق عالي	٣٠٠ - ٣٠٠٠ ميغاهرتز	١٠٠ - ١٠ سم	ديسمتري
S.H.F تردد فوق العالي	٣٠٠٠ - ٣٠٠٠٠ ميغاهرتز	١٠ - ١ سم	سنتيمتري
E.H.F	٣٠٠٠٠ - ٣٠٠٠٠٠٠ ميغاهرتز	١٠ - ١ م	مليمتري

تردد بالـ ————— الخ الطول ————— و

## هل توجد علاقة بين الطول الموجي وبين التردد ؟

إن السرعة التي عندها يتم انتقال طاقة الموجة تتحدد بالوسط . فبالنسبة للموجات اللاسلكية تكون السرعة مثل سرعة الضوء ، والتي تساوي تقريباً  $3 \times 10^8$  متر

في الثانية . فإذا قسمنا هذا الثابت على الطول الموجي بالأمتار فإننا نحصل على التردد بالهرتز . وبالتعاقب  $\lambda = \frac{3 \times 10^8}{F}$

### هل تكون موجات الصوت مائلة ؟

يمكن اعتبار موجة الصوت كجبهة متحركة ذات سرعة وشدة صغيرتين عبر الهواء . وهي تكون طولانية بمقارنتها مع الموجة الكهرومغناطيسية أو الموجة اللاسلكية اللتين تكونان مستعرضتين . تقدر سرعة الصوت في الهواء بحوالي ٣٣١ . متراً في الثانية أو ١٠٨٨ قدماً في الثانية . إن سرعة موجة الصوت هي حاصل ترددها وطولها الموجي .

### ما هي أنواع شكل الموجة التي يمكن أن نواجهها أثناء العمل بصناعة الراديو ؟

توجد ثلاثة أشكال رئيسية للموجة يمكن أخذها بعين الاعتبار . وهي (١) الموجة الحبيبية الثابتة قيمة الذروة أو الموجة الحاملة . (٢) والموجة المتحركة التي تبدأ بطاقة قصوى ثم تتضاءل تدريجياً حيث يعرف معدل هذا التضاؤل بالانقراض . و (٣) الموجة الحاملة المضمنة .

### ما هو تضمين السعة ( أو تعديل سعة الموجة ) ؟

في حال امتزاج تردد تضمين منخفض مع موجة حاملة عالية التردد فإن الناتج المركب يكون عبارة عن شكل موجي تتغير سعته باختلاف تردد التضمين . وكما هو مبين في الشكل ١٣ (أ) فإن منحنى التغير في شكل الموجة يتغير بينما يبقى التردد الأساسي ثابتاً . وهذا هو المنحنى المميز لتضمين السعة (a.m) .

### ما هو تضمين التردد ؟

في حال استخدام تردد تضمين منخفض لتغيير تردد الموجة الحاملة . مع بقاء السعة ثابتة ، فإنه ينتج لدينا منحنى تغير كالمبين في الشكل ١٣ (ب) . إن هذا الشكل من الإرسال له مزايا معينة ، من أهمها تقليل التداخل الداخلي .

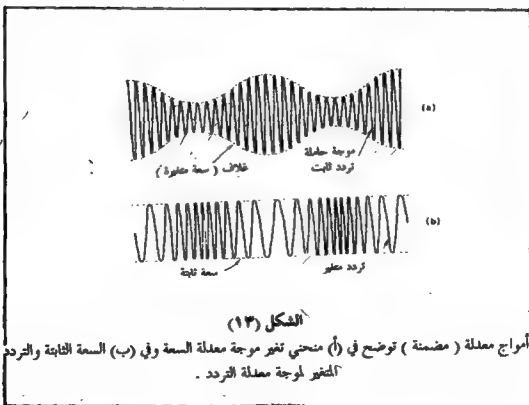
كيف يتم تحويل الموجة اللاسلكية المضمنة أو المعدلة إلى صوت في جهاز

استقبال ؟

إن إشارة التردد اللاسلكية الواردة ، مع تضمينها ، يتم التقاطها بواسطة هوائي ، ويتم تضخيمها بواسطة دارات متنوعة سوف تتم مناقشتها فيما بعد . وبعد ذلك يتم تطبيق هذه الإشارة على الكاشف أو مستخلص الذبذبة المضمنة ، حيث يتم فصل مكون التردد اللاسلكي للإشارة ثم يرشح ، وتترك الترددات السمعية التي بعد عملية تضخيم أخرى يتم تطبيقها على عول طاقة ، الذي يكون إما مكبر صوت أو سماعات رأس ، ثم تحول إلى موجات صوتية .

### كيف يعمل مكبر الصوت ؟

يستخدم مكبر الصوت تياراً كهربائياً لإنتاج حركة ميكانيكية باستخدام التفاعل المتبادل بين المجالات المغناطيسية ، كما تبين معنا في الفصل الأول . يتم تطبيق التيارات السمعية على الملف الكلامي ( انظر الشكل ١٤ ) ، المركب في مجال مغناطيسي دائم . إن الملف الكلامي في مكبر صوت نموذجي يكون ملفوفاً على إطار تشكيل ينزلق ذهاباً وإياباً في فجوة مغناطيس قوي . إن جهة التيار السمعي المتغير تحدد جهة الحركة ومقدار التيار ومقدار الحركة وبالتالي ارتفاع أو جهازة الصوت . يتصل



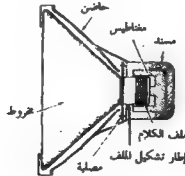
مخروط بإطار تشكيل الملف ويكون مثبتاً على إطار ثابت عند حافته الخارجية . إن حركة المخروط تدفع الهواء وتحدث موجات صوتية .

### هل تكون سماعة الرأس مشابهة ؟

في حين أن مكبر الصوت يعتبر شكلاً لجهاز ذي ملف متحرك فإننا نجد أن العديد من أنواع سماعات الرأس تستخدم مبدأ المغناطيس المتحرك وهو عبارة عن غشاء رقيق يجذب ويندفع بتأثير المجال المغناطيسي الناتج عن التيارات السمعية في الملف . إن السماعات الحديثة المستخدمة في الأجهزة الشخصية قد تم انقاص حجمها إلى حد كبير نتيجة لتطور المواد المغناطيسية الحديثة . إن السماعات الرأسية المنخفضة الممانعة ذات الملف المتحرك ما تزال تستخدم على نطاق واسع في التصنت الجيد .

### هل توجد أنواع مختلفة من مكبرات الصوت ؟

إن معظم مكبرات الصوت تستخدم المبدأ المبين في الشكل ١٤ ، مع فروق في التصميم لتحسين الفعالية واستجابة الترددات . لقد كان حجم العمل المنفذ لتصميم مكبر الصوت والنطاقات التي تحيط به للحصول على مردود عالي الجودة كبيراً . من الأشكال البديلة لمكبر الصوت ذي الملف المتحرك مكبر الصوت الالكتروستاتي .



الشكل (١٤)

الميكال التركيبي لمكبر صوت نموذجي ذي ملف متحرك .

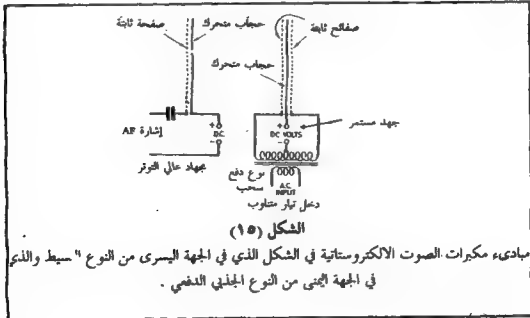
## ما هو مبدأ مكبر الصوت الالكتروستاتي ؟

تستخدم صفيحتان في مكثف . إحداهما ثابتة وتكون مثقبة في العادة . وأما الأخرى فإنها تهتز بالقرب من الصفيحة الثابتة ولكن بدون أن تلامسها لإحداث موجات الصوت . تطبق فلطية استقطاب أعلى من الفلطية السمعية القصوى على الصفائح عن طريق مقاومة حدية ، التي تنحصر مهمتها في منع التيار المنخفض الممانعة من تفرّيع أو تحويل الإشارة .

## لماذا تعبر فلطية الاستقطاب ضرورية ؟

عندما يتم تطبيق الإشارة السمعية ، وهذا يتم في العادة عن طريق مكثف كبير ، كما في الشكل ١٥ ، فإن الشحنة بين الصفائح تتغير بتغير إشارة الصوت . وبدون فلطية الاستقطاب فإن الصفيحة المتحركة ستجذب نحو الصفيحة الثابتة مرتين في كل دورة .

يوجد فلطية الاستقطاب تختلف الصفيحة المتحركة من حيث مقدار الانجذاب نحو الصفيحة الثابتة . يستخدم المكبر الالكتروستاتي في الغالب باعتباره كمجهر عالي التردد ، مع الجهاز التقليدي ذي الملف المتحرك باعتباره كمجهر للنغمات المنخفضة التردد .



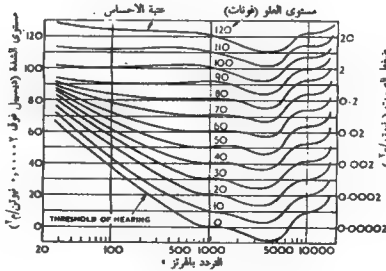


## ما هو مجال الصوت ؟

إن التردد الذي يمكن سماعه يتعلق بجهارة الصوت وحاسة السمع لدى الشخص الذي يصغي . فالشخص الشاب يتمتع بصحة جيدة قد يسمع أصواتاً يصل ترددها إلى ٢٠٠٠٠ هرتز . أما التردد الذي هو أقل من ٢٠ هرتز فإنه يعتبر مسألة إحساس وشعور أكثر من كونه مسألة تتعلق بحاسة السمع .

## ما هو تأثير جهارة أو حجم الصوت ؟

إن الأذن البشرية ليست دائماً حساسة للزيادات التي تحدث في سعة الذبذبة . إن الأصوات ذات الطبقات المختلفة تعطي إنطباعاً بتباين جهارات الصوت . إن حساسية الأذن البشرية تصل في حدها الأقصى إلى حوالي ٣٠٠٠ هرتز . يوضح الشكل ١٦ منحنيات الشدة الصوتية المعروفة باسم فلتشر — منسن التي توضح اختلاف حساسية الأذن للترددات المختلفة .



الشكل (١٦)

منحنيات الشدة الصوتية المتساوية المعروفة باسم فلتشر — منسن .

## كيف يتم قياس جهازة الصوت ؟

نظراً لأن حساسية الأذن ليست خطية ( أو طولية ) . حيث تتبع بدلاً عن ذلك قانوناً لوغاريتمياً . فإن نسبة الطاقة أو القدرة لصوتين يراد المقارنة بينهما تستخدم كمقياس . إن اللوغاريتم المشترك لقدرتين يعطي علاقتهما بوحدة البل ( وهي وحدة التفاوت في مستوى الشدة بين صوتين متساويي التردد ) .

وهكذا فإن  $N(\text{Bels}) = \log_{10}(P_2/P_1)$  تمثل إنخفاضاً في القدرة عندما تكون  $P_2$  أقل من  $P_1$  ، وعندئذ  $N(\text{Bels})$  تصبح سالبة .

## ما هو الديسبل ؟

إن المجال الكلي لحاسة السمع لدى الإنسان يكون محتوى ضمن نسبة تغير في الشدة تقدر بحوالي ١٣ بل . وهذا يتراوح من عتبة السمع إلى الدرجة أو الحد الذي يصبح فيه السمع مؤلماً . ولجعل هذا المجال يغطي مقياساً مناسباً فقد تم استخدام الديسبل الذي يساوي عشر البل . وتعديل الصيغة الآتفة الذكر ، بالنسبة للفروق في الشدة فإن :  $N(\text{dB}) = 10 \log_{10}(P_2/P_1)$  .

## كيف يستخدم هذا بالنسبة لاختلافات التيار أو الفلطية ؟

تم المقارنة بحساب النسبة اللوغاريتمية بين الفلطيتين أو التيارين شريطة أن تكون الممانعات التي يتعرض لها التياران أو الفلطيتان واحدة . ولكن بما أن القدرة تختلف مع مربع الفلطية أو التيار ، وأن الديسبل هو نسبة القدرة ، فإن صيغة الفلطية ، على سبيل المثال ، تصبح :  $N(\text{dB}) = 20 \log_{10}(V_2/V_1)$  ، و  $(2 \times \log_{10}^2 a^2)$  .

## كيف يقوم الهوائي بالتقاط الإشارات ؟

إن الإشارة اللاسلكية هي عبارة عن سلسلة من النبضات الكهرومغناطيسية المنتشرة عبر الفضاء . ولكل عملية إرسال ترددها المميز الخاص بها ( تردد الموجة الحاملة ) وطولها الموجي الخاص . يمكن توليف الهوائي ليقوم بالتقاط إشارات ذات تردد معين ، أو نطاق من الذبذبات . إن الهوائيات الموائفة لا تستخدم عادة على نطاقات ذبذبات البث . تشكل الأرض أحد قطبي جهاز الاستقبال ويشكل سلك الهوائي القطب الآخر . عندما تكون الترددات عالية فإن الهوائي يمكن توليفه بتخفيض الطول .

## هل هناك طرق أخرى لتوليف الهوائي ؟

عند تعذر ملائمة طول الهوائي مع الطول الموجي للإشارة ، فإنه يمكن إضافة مكثف أو ملف محاطة إلى طرف أنواع معينة من الهوائي لتعديل الطول الكهربائي وبذلك يمكن مواءمة الهوائيات ذات الطول الثابت — بتغيير قيمة السعة أو الحثية — مع إشارات الأطوال الموجية المختلفة .

## ما هو تأثير تحميل الهوائي ؟

إن إضافة ملف عند الطرف السفلي من مغذي الهوائي يزيد بشكل فعال من تحريضية الهوائي وينخفض من تردده الطبيعي . إن المكثف الموصول على التسلسل يقلل من السعة ويزيد التردد الطبيعي .

## ما هي ممانعة ( أو معاوقة ) الهوائي ؟

يتم حساب الممانعة بتقسيم الفلطية على التيار . وبما أن هذه القيم تختلف عند نقاط مختلفة من الهوائي ، فإن حالة الهوائي الثنائي القطب فإن الممانعة يتم فهمها على أنها تلك الواقعة في نقاط التوصيل المركزي . وهذه تساوي في الواقع حوالي ٧٣ أوم ، وترتفع إلى حد اللانهاية عند اقتراب نقطة التوصيل من نهايات أقسام الهوائي .

## ما هي أنواع الهوائيات المستخدمة ؟

إن أنواع الهوائيات الرئيسية هي تلك المبينة في الشكل ١٧ ، حيث نجد توزيع الفلطية والتيار موضعاً أيضاً . لنلاحظ كيف أن إضافة العناصر الطفيلية ( عاكسات الاتجاه والموجهات ) تحول الهوائي الثنائي القطب السابق المخصص لجميع الاتجاهات الأفقية إلى مستقبل إيجابي . إن الرسوم البيانية القطبية الخاصة بتوزيع النقاط الإشارات للهوائيات النموذجية نجدتها موضحة .

## لماذا يستخدم الكبل ذو الموصلين المتحدي المحور في عملية التوصيل مع جهاز

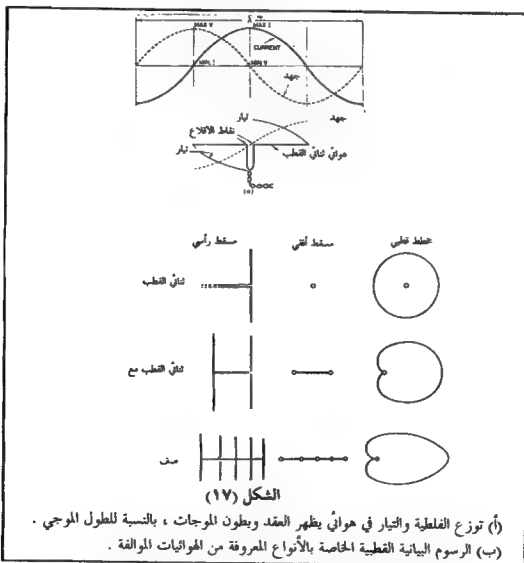
## استقبال تلفزيوني ؟

لنقل القدرة القصوى إلى أو من الهوائي . فإن ممانعة المغذي يجب أن تتلاءم مع ممانعة الهوائي ، أو مع الدارة الموائمة التي يتصل بها . إن الممانعة المميزة للكبل ذي

الموصلين المتحددي للمحور تساوي تقريباً لممانعة الهوائي الثنائي القطب .

### لماذا يستخدم في بعض الأحيان مغذي متوازي السلكين ؟

إن إضافة بعض العناصر إلى الهوائي تغير من ممانعته ، وإن بعض أنواع الهوائيات المعنية مثل الهوائي الثنائي القطب القابل للطّي ( هوائي نصف موجي بعنصر مماثل يبعد عنه بحوالي بضعة بوصات ويتصل معه عند نقاط التيار الصفرية ، أي النهايات الخارجية ) ، غير المعدل بإضافة عناصر أخرى ، تتميز بممانعة مميزة بقيمة ٣٠٠ أوم . إن المغذي ذي السلكين المتوازيين الذي له ممانعة من هذا النوع ، يتم استخدامه هكذا من أجل المواءمة .



## الفصل الثالث

### الترانزيستورات

#### أنصاف النواقل :

##### ما هو النصف ناقل ؟

إن معظم المواد النقية التي نعرفها إما أن تكون نواقل جيدة أو عوازل جيدة . وبين هذين النوعين يوجد عدد من المواد التي تنقل التيار بشكل رديء بدرجة حرارة الغرفة ، إلا أن ناقلية هذه المواد تصبح أكبر بكثير عندما ترتفع درجة حرارتها أو في حال إضافة مقادير صغيرة جداً من الشوائب عليها . ويطلق على مثل هذه هذه المواد اسم أنصاف النواقل . وتستخدم بعض هذه المواد في صناعة الدايودات والترانزيستورات والدارات التكاملية .

##### كيف يتم تشكيل النصف ناقل ؟

إن بلورات الجرمانيوم والسليكون والمواد النصف ناقلة الأخرى في حالتها النقية تعتبر من النواقل الرديئة جداً . خلال صناعة الأجهزة النصف ناقلة تم إضافة مقدار ضئيل جداً من الشوائب على المادة النقية التي تقلب توازن التركيب الذري .

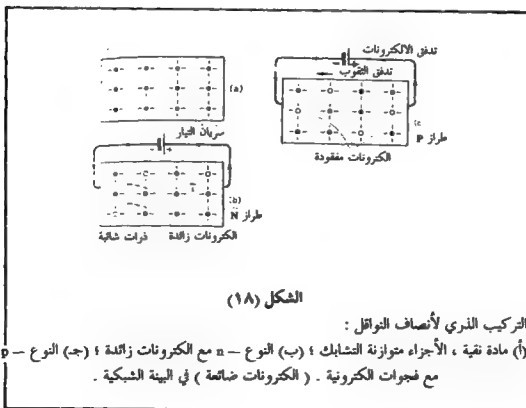
تحتوي ذرات السليكون والجرمانيوم على أربعة إلكترونات خارجية التي تظهر على شكل جسيمات سالبة حول النواة . إن الشوائب المضافة إما أن تحدث زيادة أو نقصاً في توازن التركيب البلوري لتشكل أنصاف نواقل من النوع - n أو النوع - p كما هو مبين في الشكل ١٨ (ب) و ١٨ (ج) .

##### ما هي المواد المستخدمة ؟

إن الأنتيمون والزرنيخ والفوسفور لها تركيب ذري يحتوي على خمسة إلكترونات

خارجية ، وبذلك يتوفر مقدار فائض من الالكترونات . عندما يتم توصيل فلطية تيار مستمر عبر المادة النصف ناقلة ، فإن هذه الالكترونات الحرة تقوم بتنظيم جريان للتيار . وهذا الجريان هو عبارة عن مقدار زائد من الجسيمات السالبة ، حيث يشكل مادة نصف ناقلة من النوع -n .

إن ذرات الشوائب التي تحتوي على ثلاثة الكترونات خارجية فقط هي الألمنيوم أو البورون أو الأنديم . وعندما تتم إضافتها إلى الجرمانيوم أو السليكون النقي فإن البنية البلورية تحتوي على عدد من الفجوات الالكترونية كما هو مبين في الشكل ١٨ . وعندما يتم توصيل فلطية تيار مستمر عبر هذا النوع من انصاف النواقل فإن الالكترونات التي يؤمنها التيار تقوم بإملاء الفجوات الالكترونية ، فحدث ما هو في الواقع عبارة عن حركة للفجوات الالكترونية نحو القطب السالب أي بالاتجاه المعاكس لجريان الالكترونات المعروف . وهذا يعطي البلورة شحنة موجبة ، يتم تعادله بإرسال الكرون ويمكن اعتبار الفجوات الالكترونية كشحنات موجبة صغيرة جداً . وهذا يكون نصف ناقل من النوع -p .



## ما هو دايود المقوم ؟

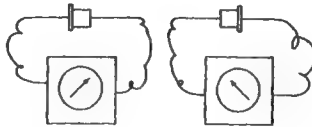
إن دايود المقوم يسمح للتيار بالجريان باتجاه واحد فقط من خلاله . فإذا أجرينا اختبار على المقوم بواسطة مقياس أوم فإننا سنجد بأنه يحتوي على مقاومة ضعيفة عند وصله باتجاه واحد وعلى مقاومة عالية جداً عند وصله بالاتجاه الآخر ( مقاومة عكسية أو خلفية ) .

## كيف يستخدم الدايود ؟

في حال تطبيق فلطية متناوبة على مقوم فإن التيار يجري فقط عندما تكون الفلطية المطبقة في الاتجاه الأمامي . ولذلك يكون الخرج باتجاه واحد ، ويكون من نصف موجه دخل التيار المتناوب . تستخدم المقومات النصف ناقلة في الدارات الالكترونية لتقويم التيار وفي الإشارات المزيلة للتضمين .

## ما هو الصمام الثنائي المتأسي القطبين ؟

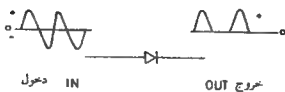
إذا تم تشكيل قضيب من الجرمانيوم على سبيل المثال من بلورة نصفها من النوع  $n$ - والنصف الآخر من النوع  $p$ - ، إما بتقوية الجرمانيوم بمقدار مضبوط من الشوائب



الشكل (١٩)

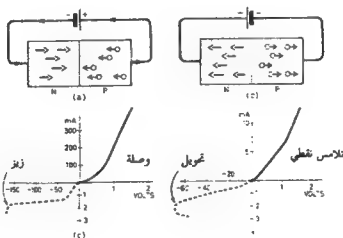
فحص دايود . إن الدايود الجيد سيتميز بقيمة مقاومة عالية عند وصله باتجاه واحد وبمقاومة منخفضة عند وصله بالاتجاه الآخر .

أو بنشر إحدى المواد في مادة أخرى فإنه يحصل لدينا موصل منتظم من النوع pn .  
نلاحظ بأن الموصل يتشكل ضمن بلورة متواصلة من مادة نصف ناقلة .



الشكل (٧٠)

عمل المقوم .



الشكل (٧١)

(أ) حركة الالكترونات والفجوات الالكترونية في موصل Pn متحاز نحو الأمام . (ب) حركة الالكترونات والفجوات الالكترونية في موصل Pn متحاز بشكل عكسي — الانحياز المطبق بهذا الشكل يمنع جريان التيار إلى حد كبير عبر الموصل . (ج) المنحنى النموذجي المميز للموصل . (د) دايود نصف ناقل بهاس تقطي .



## كيف يعمل الصمام الثنائي المتناس القطبين ؟

إن تأثير الموصل pn مماثل لتأثير الصمام الثنائي . في حال توصيل فلطية تيار مستمر عبر موصل pn مع القطب السالب ( انظر الشكل ٢١ أ ) بمادة من النوع n- ( وهذا يسمى بالإنحياز الأمامي الإتجاه ) ، فإن جريان الالكترونات يتم بحركتها في القسم من النوع n- وحركة الفجوة الالكترونية في النوع p- .

على أية حال في حال تطبيق إنحياز معاكس ، أي توصيل القطب الموجب بمادة من النوع n- ( الشكل ٢١ ب ) فإن الفجوات الالكترونية يتم إنجذابها نحو التوصيلة السالبة مع القسم من النوع p- ، بينما يتم إنجذاب الالكترونات نحو القطب الموجب في القسم من النوع n- . من الناحية النظرية لا يتم حدوث أي جريان للتيار بعد ذلك .

## هل هناك جريان للتيار بشكل فعلي ؟

يجري تيار صغير جداً عند توصيل الموصل pn بهذا الشكل حيث أن المادة من النوع n- تحتوي في الواقع على عدد قليل من الفجوات الالكترونية وتحتوي المادة التي من النوع p- على عدد قليل من الالكترونات الحرة . إن هذا التفكك في روابط التركيب البلوري تبرز حدته بواسطة الإثارة الحرارية . وإن زيادة درجة الحرارة تزيد من التيارات الشاردة . إن المنحنى المميز لصمام ثنائي متناس القطبين نموذجي نجده مبينا في الشكل ٢١ جـ) . عند تطبيق الفلطية بالاتجاه نحو الأمام فإن جريان التيار يزداد بسرعة ، ولكن عندما يتم تطبيق الفلطية بالاتجاه المعاكس فإنه تلزم زيادات كبيرة في الفلطية للحصول على تغيرات طفيفة في التيار .

## ما هو الدايدود ذو التماس النقطي ؟

لقد تم اختراع الدايدود ذي التماس النقطي قبل الصمام الثنائي المتناس القطبين وهو يتكون من قطعة من مادة نصف ناقلة تشكل أحد الملامسات ومن قطعة صغيرة من سلك تلامس النصف ناقل باعتبارها الملامس الآخر . يحدث أثر التقويم الفعلي فقط ضمن منطقة صغيرة حول رأس السلك ، بحيث يمكن أن تجري تيارات صغيرة فقط ويمكن استخدام فلطيات معاكسة فقط .

## هل يختلف المحي المميز للدايود ذي التماس النقطي ؟

يوجد هناك فرق واختلاف واضح في المنحنى المميز للفلظية — والتيار في الدايود ذي التماس النقطي . وكما يمكن توقعه بسبب منطقة التماس الصغيرة نسبياً فإن التيار الأمامي الإتهام يكون صغيراً . ولكن عندما يتم تطبيق فلظية معاكسة فإن التيار العكسي يكون أكبر نسبياً إلى أن يتم الوصول إلى نقطة معينة ، عندما يتسبب تطبيق الفلظية السالبة بإحداث زيادة سالبة سريعة في التيار ، ويستمر هذا الأثر حتى ولو تم تخفيض الفلظية . يتضمن المنحنى إنعطافاً واضحاً عند طرفه السالب ويعرف التأثير أو الأثر باسم « أثر التحول » . يتم تدمير البلورة عند حدوث هذا . انظر الشكل ٢١ (د) .

### ما هو أثر أو ظاهرة زئر ؟

في حال زيادة الفلظية السالبة أكثر فإن مرحلة الإشباع الظاهرة المشار إليها بالجزء المستوي من المنحنى تتغير في نهاية الأمر . ويجري تيار معاكس كبير بشكل مفاجئ ، والذي يكون في الواقع قادراً على إتلاف النصف ناقل . توجد بعض الدايودات الخاصة تسمى بدايودات زئر ، حيث تكون هذه الدايودات مصنوعة خصيصاً لتعمل في منطقة ظاهرة زئر . وهذه الدايودات تستخدم بشكل رئيسي في أغراض موازنة الفلظية .

### كيف يعمل دايود زئر ؟

تستخدم أشكال خاصة من المقومات الاتصالية السليكونية ذات الصمامات الثنائية المتصلة القطبين بإنهيار عكسي حاد عند فلظيات تقع قيمها ضمن مجال ٥ — ٢٠ فولت ، في المنظمات في أغلب الأحيان كما هو مبين بشكل موجز في الفصل الرابع . وعلى الرغم من أن المنحنيات المميزة الأمامية الإتهام الخاصة بهذه الدايودات نجدها مماثلة لمنحنيات المقوم العادي العالي الجهد ، فإن تيار التسرب في الإتهام المعاكس يكون ضعيفاً جداً ، ويزداد بشكل سريع عند الوصول إلى نقطة زئر . يستخدم الجهاز كمحدد للفلظية بالزيادة الكبيرة في التيار مقابل زيادة صغيرة في الفلظية المستخدمة . إن توجيه دايود زئر إلى منطقة الإنهيار يعطي مرجعاً ثابتاً للفلظية .

## ما هي الوسائل النصف ناقلية الأخرى المستخدمة بهذا الشكل ؟

الثايرستور هو عبارة عن جهاز تقويم خاص يتميز بطريقتين للتشغيل ، ويستخدم للتحكم بخرج دائرة المقوم . وهذا نجده موصوفاً فيما بعد ويتميز ببعض الاستخدامات الخاصة في دوائر التلفزيون النبضية الموقفة . ويمكن إطلاقه للسماح بمرور التيار في الاتجاه نحو الأمام مع منعه في الاتجاه المعاكس على الرغم من أنه سوف يمنع جريان التيار في كلا الاتجاهين عادة . في الحالة المطلقة يتميز الثايرستور بخصائص مماثلة للمقوم السليكوني ، إلا أن هذا الجهاز له الكثرود ثالث . إن تغذية نبضة تيار صغيرة لهذه الدارة الصمامية تطلق الثايرستور ليصبح بوضعية التوصيل . وبمجرد أن يصبح الجهاز بحالة توصيل فإنه سيبقى بهذا الوضع إلى أن يتم إنخفاض تيار الحمل إلى قيمة منخفضة جداً ، عندما يعود أو توماتيكياً إلى حالة المنع . وبتغيير توقيت نبضة الإطلاق ، فإن نسبة الدورة الأمامية النصفية التي في أثناءها تحدث عملية التوصيل يمكن أن تتغير . وبهذا الشكل يتم التحكم بمتوسط التيار المستمر المقوم .

## الترانزيستورات :

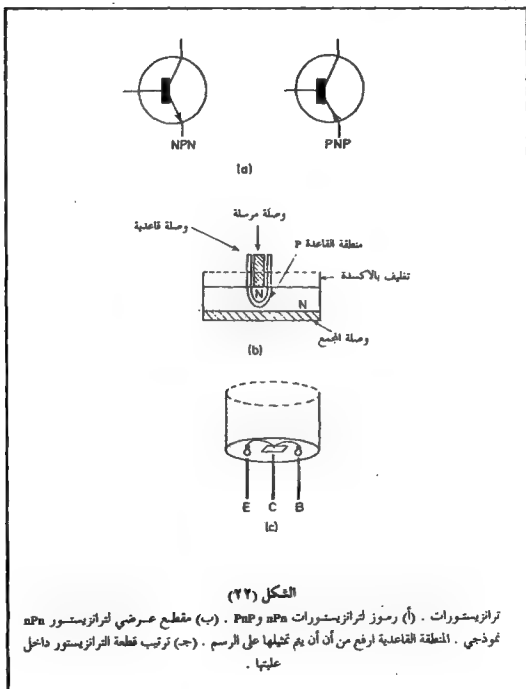
### ما هو الترانزيستور ؟

الترانزيستور عبارة عن نصف ناقل مزود بثلاث مناطق شوائب منفصلة تتلاقى عند توصيلتين . واستناداً إلى ترتيب مناطق الشوائب  $n$  و  $p$  هذه فإن الترانزيستور يمكن أن يوصف بـ  $npn$  أو  $pnp$  . يتم إجراء عملية توصيل كهربائي إلى كل منطقة من هذه المناطق الثلاث . إن التوصيل مع المنطقة  $p$  في الترانزيستور  $npn$  أو المنطقة  $n$  في الترانزيستور  $pnp$  يسمى بالتوصيل الأساسي . أما التوصيلات الأخرى فهي الباعث والمجمع . إن توصيلة المجمع هي المنطقة التي يتم فيها اتصال المجمع بالقاعدة وتوصيلة الباعث هي التوصيلة التي يتم فيها اتصال الباعث بالقاعدة . وإن ضل الترانزيستور ناجم عن هاتين التوصيلتين .

### ما هي المواد المستخدمة ؟

في الواقع تصنع كافة الترانزيستورات من الجرمانيوم أو السليكون . أما الجرمانيوم فإن نسبة الشوائب منخفضة في فلزات الزنك والنحاس ، ويمكن استخلاصه من

غبار المداخن الناتج عن محطات توليد القدرة التي تحرق الفحم . وتم تنقيته بواسطة عملية تعرف باسم التنقية النطاقية . يمكن تخفيض الشوائب إلى جزء واحد في ١٠١٠ . بالنسبة لتوصيلة pn يتم تحويل المادة بعد ذلك إلى شكل بلوري وحيد ، مع إضافة مقدار صغير من مادة مانحة أو مادة قابلة إلى حوالي جزء واحد في مائة مليون .



ربما يكون السليكون هو الأكثر شيوعاً من بين كافة العناصر التي توجد في عدد من المركبات . فالرمل على سبيل المثال . يتكون بشكل رئيسي من ثاني أكسيد السليكون . ونظراً لأن معظم الشوائب غير المناسبة الموجودة في السليكون هي من البورون القابل الذي لا يمكن إزالته بواسطة التنقية النطاقية فإن عملية التنقية تعتبر أكثر قوة وتأثيراً . يتميز السليكون أيضاً بنقطة إنصهار أعلى بكثير من الجرمانيوم ، ويلزم جهد أمامي عال عند نقطة الوصل للتغلب على الحاجز الجهدي . وبالرغم من وجود هذه المساوئ إلا أن أجهزة السليكون تحتوي على مزايا كافية لتفضيلها على أجهزة الجرمانيوم الأولى الداخلة من العديد من الاستخدامات .

### ما هي مزايا الترانزيستورات السليكونية ؟

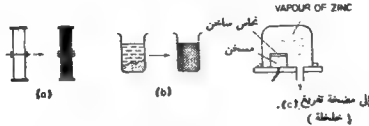
إن تيارات التسرب في درجات حرارة التشغيل العادية تكون أصغر بكثير مما هي عليه بالنسبة لأجهزة الجرمانيوم . ونظراً لأن هذه الميزة تنطبق على تسرب المجمع العكسي فإن الترانزيستورات السليكونية يمكنها أن تشتغل والمجمع بدرجات حرارة أعلى بكثير . ونظراً لإمكانية تحمل زيادة كبيرة في درجة الحرارة الداخلية فإنه يمكن السماح بمعدل تبدد كبير في الطاقة . إن الترانزيستورات المماثلة ( السليكونية ) يمكنها أن تستوعب معدل قدرة يزيد بمقدار ضعفين أو ثلاثة أضعاف قدرة قطع الجرمانيوم المقابلة لها . وإن فجوة الطاقة التابعة لها نجدها أكبر كما أن مقاومتها الذاتية تعتبر أعلى بكثير . ونظراً لعمليات التصنيع فإن ترانزيستورات الـ npn يتم إنتاجها من السليكون بتكلفة رخيصة .

### ما الذي نعنيه بعبارة الانتشار ؟

في الفيزياء ، نجد أن الانتشار يعني أو يدل على الإمتزاج التلقائي للمواد الغازية أو السائلة أو حتى الصلبة منها والذي يحدث بسبب تحركات الذرات . وأما عند إطلاقه على أنصاف النواقل فإن كلمة الانتشار تستخدم لتعني إضافة الشوائب المانحة أو القابلة إلى مادة صلبة بدرجة حرارة عالية ولكن بدون إنصهار المادة . إن ميزة عمليات الانتشار هو كونها يمكن التحكم بها بسهولة كبيرة ، حيث أن نفاذ ذرات الشوائب يكون أبطأ بكثير مما هو عليه عندما تكون المادة منصهرة .

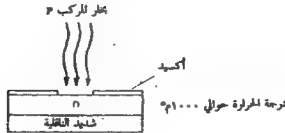
## كيف يتم تنفيذ عملية الانتشار ؟

لأخذ مثال على ذلك ، يتم تسخين رقاقة حلقيه نصف ناقلة حتى نقطة انصهارها تقريباً في جو مليء بغاز خامل يحتوي على عدد من الذرات القابلة على شكل بخار . سوف تدخل الذرات القابلة في النصف ناقل من النوع  $n$  فتعطي طبقة  $p$  ، بحيث يتم تشكيل موصل  $pn$  قريب جداً من السطح . فإذا تم الآن استبدال الغاز بمزيج مماثل يحتوي على ذرات مانحة ، فإنه سيتم تشكيل موصل آخر عندما تنتشر الذرات المانحة في السطح وتنتشر الذرات القابلة أيضاً في المادة . وهذا يؤدي إلى إنتاج موصل على شكل طبقات مستوية بالقرب من السطح ١ فتتشكل ترانزستورات مستوية .



الشكل (٢٣)

الانتشار . (أ) الغازات . سوف يتمزج غازان مختلفان بسرعة عندما يتم السماح لها بلامسة إحداها للآخر حتى ولو كان الغاز الأثقل تحت الغاز الأخف . (ب) السوائل . السوائل تنتشر ببطء أكبر بكثير وهذا ما نلاحظه عند وضع بضعة بلورات ملونة قابلة للذوبان في جزء ماء . (ج) يمكن أن ينتشر بخار المعدن في معدن صلب ساخن في الحلال المهيئ ، سوف نجد بعض الزنك تحت سطحه المتجانس بعد عدة ساعات .



الشكل (٢٤)

انتشار مادة من النوع  $p$  على النوع  $n$  بدرجة حرارة ١٠٠٠ مئوية لإنتاج موصل .

## كيف يمكن التحكم بعملية الإنتشار ؟

إذا تم تسخين الجرمانيوم أو السليكون في الهواء فإنه سيتم تشكيل طبقة من أكسيد العصر على السطح . وفي الواقع العملي يتم تشكيل طبقات الأكاسيد الرقيقة على السليكون بسهولة كبيرة كما أنها تكون أكثر ثباتاً واستقراراً . وتقوم طبقة الأكسيد هذه بمقاومة الإنتشار بواسطة الذرات المانحة أو القابلة في الغازات الخاملة ، وبذلك يمكن أن تستخدم للتحكم بالمناطق التي يتم فيها تشكيل الموصلات .

## كيف يمكن بعد ذلك التحكم بطبقات الأكاسيد الرقيقة ؟

يتم استخدام أساليب فنية مقاومة للضوء . وباختصار فإن هناك عدداً من المواد يتم فيها امتزاج الجلوتين مع ثاني كرومات البوتاسيوم وهذه المواد تكون حساسة للضوء بشكل يختلف عن الشكل المعروف جيداً الذي يتميز به الفيليم الفوتوغرافي . وعند تعريض هذه المواد للضوء فإنها تصبح غير قابلة للذوبان في الماء . فإذا طلينا سطح الرقاقة الحلقية المؤكسدة من النوع «-» بمادة مقاومة للضوء وقمنا بعد ذلك بإسقاط فوتوغرافي في التودج معين من الأشكال على السطح . باستخدام الإشعاع فوق البنفسجي . فإن النتيجة بعد عملية الغسيل ستكون رقاقة حلقية مطلية بمادة قاسية مقاومة للضوء في بعض الأماكن وخالية في أماكن أخرى . وبما أن المادة المقاسة تكون أيضاً مقاومة للحموض الضعيفة . فإنه يمكننا الآن أن نغسل الرقاقة الحلقية بالحمض الذي سيزيل الطبقة الأكسيدية في الأماكن المغطاة بمادة مقاومة للضوء . نستطيع بعد ذلك أن نقوم بعملية الإنتشار في مثل هذه المناطق بعد أن نكون قد أزلنا المادة المقاومة بمواد مذيبة لها . ونستطيع أيضاً حماية المناطق المنتشرة بطبقات معدنية مع القيام بعمليات المعالجة الأخرى مثل الحفر بالحموض والإنتشار على المناطق التي كانت محمية من قبل . ولقد تم إتمام هذه الطرق التقنية في الوقت الحاضر إلى الحد الذي أمكن فيه تحضير كافة الدارات ( الدارات التكاملية ) على رقاقة حلقية واحدة من السليكون .

## ما هي مزايا عملية التسوية ؟

تضمن الميزة في حماية موصل قاعدة المجمع . عند السطح ، طبقة الأكسيد ،

مما يؤدي إلى تيار تسرب منخفض جداً . وبالإضافة إلى ذلك فإن هذه الطريقة تؤمن طبقة أساسية رقيقة جداً وبذلك تتوفر إمكانية تشغيل بتردد عال . يمكن تحضير عدة آلاف من الميغاهرتز .

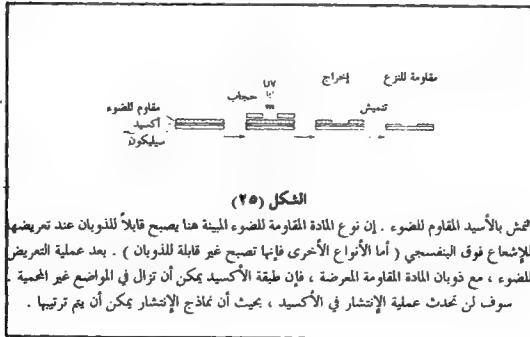
وبالإضافة ، فإن الدقة الميكانيكية لهذه الطريقة تسمح بتغير إنتاجي سهل لقياس وشكل وأبعاد الترانزيستور مع إمكانية الإنتاج بالجملة والتقييم والاختبار بالجملة وبالتالي قلة التكاليف .

### ما هي المساوئ الموجودة في عملية التسوية ؟

توجد مقاومة فعالة على التسلسل بين وصلة المجمع والتماس عند السطح السفلي للرقاقة الحلقية . وعلى الرغم من صغر هذه إلا أنها يمكن أن تكون خطرة . إن هبوط الفلظية الداخلية يعطي قيمة عالية لفلظية الإشباع .

### هل يمكن الافتراض بوجود حل ؟

نعم يوجد حل وذلك باستخدام شريحة مركبة بطبقة سفلية ذات مقاومة منخفضة جداً وعلى هذه تم تشكيل طبقة فوقية رقيقة ، وبذلك يمكن الحصول على بعض التحسينات .





## هل يكون بذلك هذا هو الترانزستور المستوي الـ epitaxial ؟

نعم . تتكون العملية الـ epitaxial من طبقات نامية من مادة نصف ناقلة على شريحة بلورية رقيقة وعندما تنمو الطبقات بالإنتشار ، فإنها تعمل على المحافظة على إبقاء شكل البلورة مماثلاً للشكل الصلب الأساسي بحيث لا يحدث تغير في البنية التركيبية للبلورة . إن كلمة epitaxial تعني « تلبس نفس الشكل » .

يمكن البدء بشريحة طبقة سفلية من النوع p- ثم إتمام طبقة لها نفس الشكل من النوع n- ، أو يمكن إتمام طبقة من النوع n ذات مقاومة كبيرة على طبقة سفلية من النوع n ذات مقاومة ضعيفة من أجل بعض الاستخدامات هناك أيضاً العديد من الأشكال المغايرة .

## إذا كانت معظم الترانزستورات مصنوعة بهذا الشكل . فلماذا توجد طرازات عديدة لها ؟

تستخدم الترانزستورات في أغراض عديدة ويجب أن يتم إنتاجها بتكلفة بسيطة . من السهل صنع عدة ترانزستورات مختلفة الأنواع ، بحيث يكون كل منها مخصص للقيام بمهمة مختلفة قليلاً عن الآخر بدلاً من صناعة ترانزستور واحد قادر على تحقيق كافة المتطلبات الممكنة . إن الترانزستورات القادرة على إمرار تيارات كبيرة بفلطيات عالية ( ترانزستورات القدرة ) يمكن أن تكون أرخص ثمناً نوعاً ما في حال عدم الحاجة إلى تشغيلها بكسب عال أو بترددات عالية . وبالعكس ، فإن الترانزستورات التي يمكن أن تشتغل بترددات عالية يمكن صنعها بتكلفة منخفضة نسبياً في حال عدم لزوم تشغيلها بقدرة عالية . إن المتطلبات المختلفة وتسامحات التصنيع الحتمية قد أدت إلى ظهور هذا العدد الكبير من الأنواع المختلفة المتوفرة في الوقت الحاضر .

## إلى ماذا تشير أرقام الطراز 2N ؟

تتكون الأرقام الأمريكية الطراز من البادئة 2N متبوعة برقم متسلسل للطراز . ويشير الرمز (2N) إلى أن القطعة هي عبارة عن ترانزستور ( 1N تشير إلى الدايود ) والرقم ، الذي هو رقم التسجيل ، لا يعنى شيئاً . إن التحري عن الرقم المسجل

قط لا يمكن أن يدلنا على أي شيء زيادة حول الترانزيستور . قد تكون الأرقام المتتالية خاصة بطرازات ترانزيستورات مخنفة بشكل كلي ومصنوعة من قبل شركات من تصنيع مختلفة .

### ماذا عن الأرقام الأوربية الطراز ؟

إن الأرقام الأوربية الطراز تعطينا الكثير من المعلومات وتتكون من حرفين أو ثلاثة أحرف متبوعة برقم ( انظر الجدول رقم ٤ ) . يدلنا الحرف الأول على المادة المستخدمة . فالحرف A يدل على الجرمانيوم و B على السليكون . وأما الحرف الثاني فإنه يدلنا على نوع الترانزيستور كما هو مبين في الجدول . وهكذا فإن الحرفين BC سيدلان على ترانزيستور سليكوني عام الأغراض ، والحرفان AF يدلان على ترانزيستور جرمانيوم تابع لمضخم عالي الترددات وهلم جرا . أما الحرف الثالث فإنه يستخدم في الغالب عندما يكون الترانزيستور قد تم تطويره للاستخدام الصناعي . وأما بالنسبة للرقم الذي يلي هذه الأحرف فإنه يدل على مرحلة التطور ، بحيث أن الرقم الكبير يدل على حداثة النوع . وأما الأرقام المتتالية فإنها تشير عادة إلى مجموعة الترانزيستورات المتجانسة ، وتكون هذه ناتجة عن تصنيف الترانزيستورات ذات الفعالية المختلفة عن تجربة إنتاجية واحدة .

### الجدول رقم ٤

#### الرموز الاصطلاحية للوسائل النصف ناقلة

يستخدم الرمز على نطاق واسع للدلالة على أنصاف النواقل المتميزة ( الدايودات والترانزيستورات المنفصلة ) ، إلا أنه لم يستخدم بشكل واسع النطاق للدلالة على الدارات التكاملية بسبب صعوبة تصنيف التشكيلة الكبيرة والمتنوعة بين الدارات التكاملية .

يدل الحرف الأول على نوع المادة التي صنع منها النصف الناقل :

فالحرف A يدل على الجرمانيوم .

و B على السليكون .

- C و على زرنخيد الجاليوم أو ما يماثله .
- D و للدلالة على انثيمونيد الأنديم أو ما يشابهه .
- R و للدلالة على مادة ذات ناقلية ضوئية . بدون تشكيل موصل .
- أما الحرف الثاني فإنه يدل على تركيب أو استخدام الجهاز .
- فالحرف A للدلالة على دايدو مكشاف أو دايدو عالي السرعة ، أو دايدو مازج .
- B و للدلالة على دايدو متغير السعة .
- C و للدلالة على ترانزيستور مخصص للاستخدام في مجال الترددات السمعية ، وليس خرج القدرة .
- D و للدلالة على ترانزيستور قدره للاستخدام في مجال الترددات السمعية .
- E و للدلالة على دايدو أو صمام ثنائي نفقي .
- F و للدلالة على ترانزيستور للترددات اللاسلكية ، وليس للقدرة .
- G و للدلالة على ترانزيستور متعدد بوجود الأجهزة غير المتأثلة على نفس القطعة .
- L و للدلالة على ترانزيستور قدره للترددات اللاسلكية .
- P و للدلالة على جهاز حساس للضوء أو على كاشف آخر للطاقة المشعة .
- Q و للدلالة على وسيلة باعثة للإشعاعات ، مثل الـ LED .
- R و للدلالة على ثايرستور أو وسيلة أخرى بقدرة منخفضة .
- S و ترانزيستور تشغيل ، وليس من الأنواع المستخدمة في مجال القدرة .
- T و على ثايرستور أو وسيلة تحكم أخرى ، بقدرة عالية .
- U و للدلالة على ترانزيستور قدرة للتشغيل .
- X و للدلالة على دايدو مضاعف مثل الفاراكتور ( مكثف متغير السعة ) أو دايدو استعادة متعدد المراحل .
- Y و للدلالة على دايدو مقوم ، أو دايدو معزز أو دايدو تعزيز ثنائي .
- Z و للدلالة على مستند الفلطية أو دايدو منظم ( زرن ) .

إن الأرقام أو الأحرف التالية تدل على مرحلة التصميم وعلى الاستخدامات . إن الرمز المتسلسل المكون من حرف (Z, Y, X, W) ورقمين ، يدل على جهاز مخصص لاستخدامات خاصة بالمحترفين ولا يتوفر للهواة . أما الرقم المتسلسل المكون من ثلاثة أرقام فيستخدم للأنواع الاستهلاكية المستخدمة في الراديو المنزلية وفي الدارات السمعية والتلفزيونية .

الرمز FJ للدارات التكاملية :

يدل الحرف الأول على شيء رقمي أو خطي . فالحرف F أو G يدل على الرقمي والحرف T يدل على الخطي .

أما الحرف الثاني فإنه يدل على مرحلة التطور لمجموعة من الدارات المتجانسة . وبالنسبة للحرف الثالث فإنه يدل على وظيفة الدارة الرقمية : H دارة صمامية ، J ثنائية الاستقرار ، نطاطة ، مسجلة ، عداد ، و K أحادية الاستقرار و L محول مستوي و Y لأشياء متنوعة .

يستخدم الحرفان A و B للدارات الخطية ، A للمضخمات التشغيلية أو الدارات المعتمدة على المضخمات ، و B للدارات المعتمدة على دايودات . و D لدارات الاستقبال .

يدل الرقمان الأوليان على الرقم المسلسل .

أما الرقم الأخير فإنه يشير إلى مجال درجة الحرارة : (١) : إلى + ٧٠ درجة مئوية ، (٢) : من - ٥٥ درجة مئوية إلى + ١٢٥ درجة . (٣) : من - ٤٠ إلى + ٨٥ درجة مئوية .

### استخدام الترانزيستورات :

#### ما هي التوصيلات إلى الترانزيستور ؟

كما هو مبين آنفاً فإن مناطق الترانزيستور الثلاث تسمى بالباعث والقاعدة والمجمع ، وأما القاعدة فإنها من نوع الشوائب المعاكسة للمجمع والباعث . ويتم إجراء عملية توصيل إلى كل واحدة من هذه المناطق ، بحيث يصبح الترانزيستور معادلاً من الناحية الكهربائية لدايودين متصلين مع بعضهما ظهراً لظهور .

#### كيف يعمل الترانزيستور ؟

في الاستعمال نجد أن موصل باعث — والقاعدة منحاز إلى الأمام ، مما يدل على أن الفلطة مطبقة بحيث يجري التيار بين القاعدة والباعث . أما موصل المجمع — والقاعدة فهو منحاز بشكل عكسي بحيث لا يلزم جريان أي تيار . ونظراً لكون منطقة القاعدة رقيقة جداً فإن الموجات الحاملة للتيار الصادرة عن الباعث

سوف تعبر موصل المجمع ومن ثم سوف تمتد إلى دائرة المجمع . وفي التوصيلة المبينة ، سوف نجد بأن نسبة ٩٩,٩٪ أو أكثر من الموجات الحاملة للتيار ( الالكترونات في ترانزيستور npn ) سوف تجري من الباعث إلى المجمع ، مع بقاء نسبة ٠,١٪ أو أقل تتبع من الباعث إلى القاعدة . في ترانزيستور الـ pnp تكون الموجات الحاملة للتيار عبارة عن فجوات الكترونية ( تنصرف كجزيئات موجبة ) وتكون فلطيات القاعدة والمجمع سالبة بالنسبة لفلطية الباعث .

### ما هي مناسيب الفلطية النموذجية المستخدمة ؟

إن هذا الأمر يتعلق بنصف الناقل المستخدم وبتركيبه . فترانزيستورات الجرمانيوم تكون معظمها من النوع pnp وتبدأ بعملية التوصيل عندما تكون الفلطية بين الباعث والقاعدة متراوحة بين ٠,١ إلى ٠,٢ فولط ، وتكون القاعدة سالبة في حالة الترانزيستور من النوع pnp . أما ترانزيستورات السليكون فإنها تحتاج على الأقل إلى ٠,٥ فولط بين القاعدة والباعث قبل أن تبدأ بعملية التوصيل . إن أقل فلطية يمكن الحصول عليها بين المجمع والباعث ( فلطية الإشباع ) تساوي حوالي ٠,١ فولط بالنسبة لترانزيستور الجرمانيوم و ٠,٢ فولط أو أكثر لترانزيستور السليكون . إن الفلطية العظمى التي يمكن تطبيقها على المجمع تعتمد إلى حد كبير على تركيب الترانزيستور . وتقدر بحوالي ٢٠ فولطاً بالنسبة لبعض الأنواع ذات الترددات العالية إلى أن تصل إلى مقدار الكيلو فولط أو أكثر بالنسبة للترانزيستورات المخصصة لمراحل خرج الخطوط التلفزيونية .

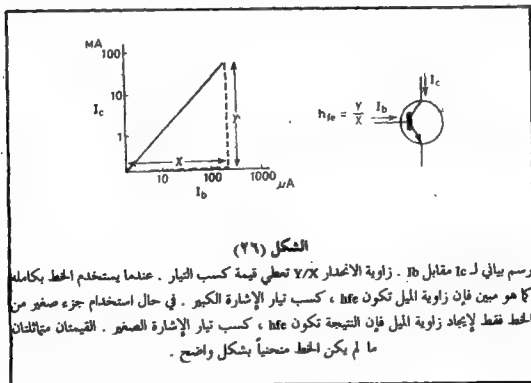
### كيف يقوم الترانزيستور بالتحكم بالتيار ؟

إن الموجات الحاملة للتيار التي تنتقل من الباعث إلى المجمع تقوم بذلك فقط بسبب فلطية القاعدة . إن نسبة التيار المأخوذة من القاعدة تكون ثابتة تقريباً بحيث يكون تيار المجمع متناسباً مع تيار القاعدة . وسوف يقوم تيار قاعدة صغيرة بالتحكم بتيار مجمع كبير . سوف يتوقف تيار المجمع عن الجريان عندما يتوقف التيار عن الجريان في القاعدة ( بعد فترة قصيرة جداً لازمة لإزالة الموجات الحاملة للتيار من منطقة القاعدة ) .

وسوف يكون خاضعاً للتحكم من قبل تيار القاعدة إلى أن يتم الوصول إلى الإشباع . قد يحدث الإشباع من قبل فلطية المجمع بسبب الفلظية عبر مقاومة حمل ، تصل إلى فلطية الإشباع ، أو من قبل التيار في المجمع الذي يكون كبيراً بقدر الحد الذي تتحملة المادة .

### كيف يمكننا قياس أثر التحكم هذا ؟

إذا قمنا برسم بياني لقيم تيار المجمع مقابل القيم المطابقة لها من تيار القاعدة فإن الخط البياني يكون بشكل مستقيم وإن الكمية المسماة بميل الخط البياني تعتبر هي نسبة تغير تيار المجمع ويرمز له بـ  $h_{fe}$  ، وبها يتم قياس أثر التحكم بالترانزستور . تغير تيار القاعدة ويعبر عن التسمية الكاملة بعبارة كسب التيار الأمامي الاتجاه ، للباعت المشترك . وإن كلمة أمامي الاتجاه تدل على أن القاعدة تتحكم بالمجمع ، وأما عبارة الباعت المشترك فإنها تعني بأن الباعت هو الطرف المشترك بين كل دائرة ، طالما أن تيار القاعدة يجري إلى الباعت ، وكذلك يفعل تيار المجمع ( متخذاً الاتجاه التقليدي لجريان التيار في ترانزستور ال npn ) . أما الحرف  $\beta$  فإنه يعني إلى الأمام من القاعدة المجمع .



إن قيم المجال hfe تبدأ من ٢٠ بالنسبة لبعض ترانزستورات القدرة وحتى ٨٠٠ أو أكثر بالنسبة لبعض الترانزستورات العامة . إن مجموعة من الترانزستورات التي لها نفس الطراز سوف يكون لها قيم مختلفة جداً للمجال hfe . بحيث أن أحدها قد تكون قيمته ٤٠ . بينما نجد آخر قد يبدو في الظاهر مماثلاً للأول إلا أن قيمته قد تكون ٢٠٠ . وهذه الاختلافات لا يمكن تفاديها إلا أن الجهة الصانعة قد تقوم بتصنيف الترانزستورات إلى مجموعات ، بحيث تتميز كل منها برقم طراز مختلف ، ويكون مجال قيم hfe بالنسبة لطرز واحد أصغر .

### ما هي الناقلة التبادلية ؟

إن الناقلة التبادلية لترانزستور هي نسبة  $\frac{\text{تغير تيار المجمع}}{\text{تغير فلطية القاعدة}}$  للترانزستور وهي تعتبر الكمية الأكثر فائدة في تصميم الدارة ، وذلك لأن قيمة الناقلة التبادلية ( التي رمزاها gm ) لأي ترانزستور سليكوني . تتعلق فقط بالتيار الانحيازي ( الثابت في المجمع . إن قيمة gm تعطى بـ  $I_c \times 39$  حيث  $I_c$  تمثل تيار المجمع الثابت مقدراً بالملي أمبير mA . إن ترانزستور يمرر تيار ثابتاً مقداره ٢ ميلي أمبير سوف تكون قيمة gm فيه تساوي ٧٨ ميلي أمبير/فولط بحيث أن تيار المجمع سيتغير بمقدار ٧٨ ميلي أمبير لكل تغير في الفولط عند القاعدة . وبالطبع لن يتم التغير بهذا المقدار ، إنها النسبة التي نتمنا ، بحيث أن تغيراً بالملي فولط عند القاعدة في المثال المعطى . سوف يؤدي إلى تغير تيار المجمع مقداره ٧٨ ميكروأمبير .

### كيف يساعدنا هذا على تضخيم الإشارة ؟

إذا تم توصيل مقاومة ذات معاوقة ( أو ممانعة ) معروفة بالحمل ، بين المجمع وفلطية النبع ، بحيث أن تيار المجمع يمر عبر الحمل ، فإن التغيرات في تيار المجمع سوف تؤدي إلى إحداث تغيرات في الفلطية عبر الحمل وأيضاً عند طرف المجمع . وإن الإشارة الموجودة سوف تتكون من تغيرات في الفلطية عند القاعدة ، وسوف تعطينا قيمة gm بعد ذلك للتغير الحاصل في تيار المجمع والذي سببه فلطية إشارة القاعدة . إذا كان الحمل عبارة عن مقاومة فإن تضخيم الفلطية في الترانزستور يتم بإيجاده

بسهولة ، ويساوي  $V_L \times 39$  تمثل الفلطة الثابتة عبر مقاومة الحمل المحصلة بسبب الإنحياز عند عدم مرور أي إشارة .

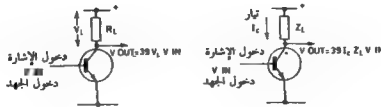
### ما هو مقدار الإنحياز الواجب تطبيقه ؟

يتم إنحياز الترانزستور من أجل التضخيم الخطي ( التناصب ) عندما يجري تيار ثابت في دائرة القاعدة . إن القيمة الصحيحة لتيار إنحيازي ثابت تكون بحيث أن التيار الحاصل بالإشارة عند القاعدة يجب ألا يشبع القاعدة ( إضافة مقدار زائد جداً من التيار ) ولا يقطعها ( إذا كان التيار الذروي الثابت أكبر من التيار الإنحيازي ) .

يجب أن يتم اختيار حمل المجمع بحيث أن الفلطة عند المجمع ، عند تطبيق إشارة ، لا تصل إلى حد الإشباع ولا تصل فلطة الخط إلى حد القطع . عندما تكون لدينا القيمة الصحيحة للإنحياز بالنسبة للإشارة التي يتم تضخيمها فإن الخط البياني لإشارة الدخل مقابل إشارة الخرج يجب أن يكون خطاً مستقيماً ، لكي تم الإشارة إلى هذا على أنه مضخم خطي .

### ما هي الدارات المستخدمة لتطبيق الإنحياز ؟

إن أبسط أشكال الدارات هو ذاك المبين في الشكل ٢٨ (أ) . فإذا تذكرنا بأن فلطة القاعدة يجب أن تزيد على فلطة الباعث بحوالي ٠,٥ فولت ( على فرض أن



الشكل (٢٧)

تضخيم إشارات الفلطة . بالنسبة لحمل مقاوم يكون كسب الفلطة مساوياً  $39V_L$  . وبالنسبة لحمل مقاومة ، يكون الكسب مساوياً  $39 I_C Z_L$  .



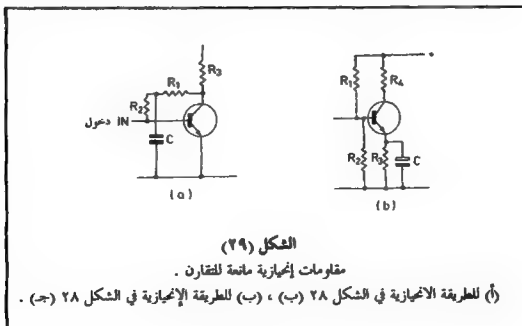
الترانزستورات npn سليكونية ) فإننا نقوم بوصل مقاومة ذات قيمة كبيرة بين القاعدة والمنبع للوجب . وعندما نعرف ما هي قيمة تيار القاعدة التي نحتاجها فإننا نستطيع أن نوجد القيمة التقريبية للمقاومة التي نحتاجها باستخدام قانون أوم .

### هل هذه الدارة البسيطة هي الأكثر استخداماً ؟

كلا لأن المقاومة يجب أن يتم اختيارها بشكل خاص لكل ترانزستور ، كما أن أوضاع الإنحياز تتأثر بسهولة بالتغيرات التي تحصل في القطع المكونة أو في فلطية الحط . الأشكال ٢٨ (ب) و ٢٨ (ج) توضح الدارات المفضلة . في الشكل ٢٨ (ب) تكون المقاومة الإنحازية  $R_1$  متصلة بين المجمع والقاعدة وفي الشكل ٢٨ (ج) تبقى القاعدة مثبتة عند فلطية ثابتة بالمقاومات  $R_1$  و  $R_2$  والتيار الجاري عبر مقاومة الباعث ، والمقاومة  $R_3$  تسمح لفلطية الباعث بالارتفاع إلى حوالي ٠,٥ فولط أقل من فلطية القاعدة ( على فرضية أن الترانزستور npn سليكوني ) . في كل واحدة من هذه الدارات نجد أن الانحياز أكثر استقراراً كما أن التغيرات البسيطة في الفلطيات أو في القطع المكونة تؤدي إلى تغير أقل في الإنحياز .

### ما هي التأثيرات التي تقوم بها هذه الدارات الإنحازية على الإشارة ؟

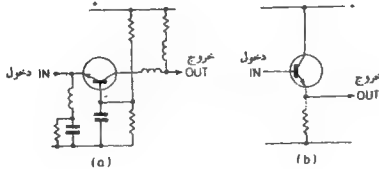
إن المقاومات الإنحازية في دائرة القاعدة تؤثر على دخل الإشارة ، عندما يتم



توصيلها بين القاعدة وموضع آخر تكون فيه الإشارة صفراً ( الأرض أو موجب الخط ) أو ( المجمع ) المقلوب . إن التأثير على الإشارة يكون كما لو أن المقاومات قد تم توصيلها على التوازي مع مقاومة الحمل للمرحلة السابقة . في الدارات المبينة في الشكل ٢٨ (ب) و ٢٨ (ج) ، نجد أن المقاومة بين القاعدة والمجمع والمقاومة بين الباعث والأرض تعملان على تأمين تغذية مرتدة سالبة للإشارة ، بحيث يتم تخفيض تضخيم الإشارة . ويمكننا أن نتغلب على هذه الحالة إذا أردنا ذلك باستخدام مكثفات نطاقية ( أي قليلة المعاوقة لنطاق معين من الترددات ) كما هو مبين في الشكل ٢٩ .

### هل هذا الطراز من الدارة يعتبر هو دارة التضخيم الوحيدة ؟

كلا لا تعتبر هذه الدارة هي دارة التضخيم الوحيدة وإنما يمكن القول بأنها هي الدارة الأكثر استخداماً على نطاق واسع وتسمى بدارة الباعث المشتركة . تتميز دارة الباعث المشتركة بقيمة كسب فلطية عالية ومقاومة دخل متوسطة ومقاومة خرج عالية نوعاً ما ( وتساوي ٥ كيلو أوم للدخل و ٥٠ كيلو أوم للخروج بالنسبة لمضخم سمعي صغير الإشارة ) . إن دارات المجمع المشتركة أو توابع الباعث تحتوي



الشكل (٣٠)

الدارات الأخرى المستخدمة في التضخيم .

(أ) قاعدة مشتركة مستخدمة لمضخمات الترددات فوق العالية . (ب) مجمع مشترك ( أو تابع باعث ) ويستخدم لمطابقة المقاومة والعزل .

على كسب تيار ، بمقاومة دخل عالية ، تصل إلى ميغا أوم أو نحو ذلك ومقاومة خرج منخفضة ( تقدر بـ ٥٠ أوم أو نحو ذلك ) . ويبلغ كسب الفلطة التابع لها حوالي الواحد . وتنتج الاستخدامات النموذجية لها بإدارة المعاوقات المنخفضة الناجمة عن مصدر إشارات عالي المعاوقة ، ولتضخيم التيار . تتميز دارات القاعدة المشتركة بكسب معاوقة بدون كسب تيار ، بمعاوقة منخفضة جداً عند الدخل ( ٥٠ أوم أو نحو ذلك ) ومعاوقة عالية جداً ( تصل إلى عدة مئات من الكيلو أوم ) عند الخرج . أما الاستخدام الرئيسي لهذه الدارات في العصر الحالي فهو في التضخيم عند الترددات العالية جداً ( ٥٠٠ ميغاهرتز أو أكثر ) ، طالما أن الترانزيستورات الموصولة في هذا النوع من الدارات سوف تقوم بالتضخيم والتذبذب عند ترددات أكبر بكثير مما هو ممكن في دارة الباعث المشتركة .

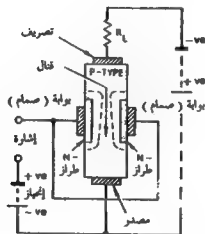
### لماذا تحتوي بعض الترانزيستورات على أربعة أسلاك للتوصيل ؟

عندما يراد استخدام أحد الترانزيستورات لتضخيم الترددات العالية فإن السعة بين المجمع والقاعدة يمكن أن تكون مزعجة كثيراً ، حيث أنها تقوم بتغذية الإشارة بشكل عكسي من الخرج إلى الدخل ، فتؤدي إلى ضياع التضخيم عند بعض الترددات ، والذبذبة في حال موالفة الدخل والخرج على نفس التردد . يمكن تجنب الكثير من هذا بتأمين حجاب توصيل يشكل في الترانزيستور ويؤرض عن طريق سلك توصيل رابع . عندما يتم استخرايم ترانزيستور من هذا النوع في دارة عالية التردد فإن أسلاك الحجب يجب أن تكون مؤرصة بحيث تكون قريبة من جسم الترانزيستور قدر الإمكان .

### ماذا نعني بالرمز f.e.t ؟

إن أحرف F.E.T هي عبارة عن اختصار يقصد به « الترانزيستور الأحادي القطب » : وهذا الترانزيستور يعتبر واحداً من الطرازات الأولى للترانزيستورات المخترعة . إن توصيل الترانزيستورات الأحادية الأقطاب يعتمد على مبدأ أن غدد الموجات الناقلة للتيار القريبة من الموصل pn يعتمد على إنغياز الموصل ، بحيث أن المقاومة حول الموصل يمكن التحكم بها بتغيير الإنغياز على الموصل ، حتى ولو لم

يكن هناك أي تيار أو كان هناك تيار صغير جداً يجري عبر الموصل . تم التماسات عند كل طرف لقضيب من مادة من النوع - p ( على سبيل المثال ) حيث يسمى أحد التماسات بالمتبع أو الباعث ويسمى الآخر بالمصرف أو المجموع . في منتصف القضيب ( الذي يكون قصير جداً ) يتم تشكيل مناطق من النوع - n بحيث تتكون قناة ضيقة من النوع - p من خلال المادة التي من النوع - n . وبمعلم وجود إنحياز على الموصل ، فإن المادة التي من النوع - p يمكنها أن تقوم بالتوصيل بحرية . وعندما تكون المناطق التي من النوع - n منحاذاة بشكل عكسي . فإن الحيز الموجود حول الموصل في المادة من النوع - p يكون خالياً من الموجات الحاملة ، بحيث تزداد المقاومة بين المتبع والمصرف إلى حد كبير . وهذا الشكل ، يمكن لفظة إشارة على الدارة الصمامية أن تتحكم بتيار مصرف — المتبع .



الشكل (٣١)

تشكل مناطق من النوع - n على الجوانب المتقابلة لقضيب سليكون من النوع - p . ويطلق على هذه المناطق اسم الدارات الصمامية . وبين هذه الدارات الصمامية يوجد حيز يطلق عليه اسم القناة . يسمى طرفا القضيب بالمتبع والمصرف . ويوصل الدارتين الصماميتين بشكل خارجي وتطبيق فلطية بينهما وقيام المتبع بجعل الموصلات Pn تنحاز بالاتجاه المعاكس ، فإنه سيتم تشكيل قناة إفراغ كما هو مبين بالتقطيع ، إن زيادة الفلطة تؤدي إلى توسيع طبقات الإفراغ وإتفاض العرض الفعال للقناة وزيادة المقاومة بين نهايتي القضيب ، المتبع والمصرف .

## ما هي المزايا التي توجد في هذا النوع ؟

بما أن الدخل هو عبارة عن موصل منحاز بشكل عكسي فإن مقاومة الدخل تكون عالية ، وتبلغ ١٥٠ كيلو أوم على الأقل وفي الغالب أكثر من ذلك . تتراوح الناقلية التبادلية من ٢ إلى ٥ ميلي أمبير/فولط وتكون الضجّة المضافة إلى الإشارة منخفضة جداً ، أقل من المعتاد بالنسبة للترانزيستور أحادي القطب . إن الخط البياني لتيار الخرج مقابل فلطية الدخل هو عبارة عن منحنى للشكل المسمى بالقانون الترييبي ، وهذا يجعل موصل الترانزيستور الأحادي القطب مفيداً جداً كإزج في مضخمات الترددات اللاسلكية ، وبشكل خاص عند إمكانية الحصول على أشكال ذات دارات صمامية مزدوجة ، بحيث تكون إشارة الدخل عند إحدى الدارتين الصماميتين . وفلطة التحكم الأوتوماتيكي بالترددات أو إشارة المذبذب عند الدارة الصمامية الأخرى .

## ما هي MOSFET ؟

إن كلمة MOSFET تعني الترانزيستور الأحادي القطب بنصف ناقل أكسيد المعدن وهذا عبارة عن شكل متطور لفكرة الترانزيستور الأحادي القطب الذي لا يستخدم فيه موصل للتحكم بالموجات الحاملة في قضيب نصف ناقل . وبدلاً من ذلك توجد شريحة نصف ناقلة ، إما من النوع n أو p تحتوي على مكثف مشكل عليها بحيث يكون النصف ناقل أحد الكترودات المكثف ، وطبقة رقيقة من أكسيد السليكون كإداة عازلة وطبقة رقيقة من المعدن ، توصيلة صمامية ، تشكل الصفيحة الأخرى . وعند تطبيق فلطية على المعدن فإن هناك شحنة تمحفظ في المكثف ، بحيث تقوم فلطية موجبة على الدارة الصمامية على سبيل المثال بالاحتفاظ بشحنة سالبة ثابتة على النصف ناقل . وبالاحتفاظ بالشحنة بهذا الشكل ، يتم تغير ناقلية القضيب ، بحيث يمكن للفلطة مرة أخرى على الدارة الصمامية أن تتحكم بالتيار في النصف ناقل .

## متى سيم استخدام الترانزيستور MOSFET ؟

يتم استخدام هذا الترانزيستور بشكل خاص عند طلب معاوقة دخل عالية جداً

( تصل إلى عدة ملايين ميغا أوم ) . وبما أن الدارة الصمامية تكون معزولة فإن تيار التسرب من خلالها يكون صغيراً جداً . ومرة أخرى فإن شكل الخط البياني لفلطية الدارة الصمامية — للتيار يجعل الترانزيستور MOSFET مناسباً جداً لنزع الإشارة ويتم استخدام أنواع دارات صمامية مزودة في معظم أجهزة توليف F.m الستريو العالية الجودة على مرحلتين دخل لمضخم الترددات اللاسلكية والمزاج .

## أنابيب الأشعة الكاثودية :

### ما هي أنبوبة الصورة وكيف تعمل ؟

إن أنبوبة الصورة أو أنبوبة الأشعة الكاثودية تستخدم لعرض الصورة في جهاز استقبال تلفزيوني . ويكون مبدأ عملها مماثل بشكل أساسي لعمل الصمام الثرميوني المبين في السابق ، مع وجود كاثود ( مهبط ) مسخن بشكل غير مباشر يقوم بإطلاق الالكترونات التي يتم إنجذابها إلى الأنود ( المصعد ) الموجب . إن الأنود مصنوع على شكل اسطوانة بحيث تمر الالكترونات من خلاله وتصلطدم بالشاشة عند نهاية الأنبوبة . أما الشاشة فإنها مطلية بطبقة من مادة ذات وميض فسفوري يتم توجيهها عند اصطدام تيار الالكترونات بها . توجد الكترودات أخرى إضافية تقوم بتركيز الالكترونات المنبعثة من الكاثود في حزمة أشعة ضيقة ، ويمكن استخدام عدة انودات لتعجيل حزمة الأشعة .

ولتحقيق التسارع المطلوب يتم تطبيق فلطية e.h.t بقيمة تتراوح من ١٥ — ٢٠ كيلوفولط على الأنود الأخير . يتم إنحراف حزمة الأشعة وذلك لتتبع الصورة بواسطة ملفات مركبة حول عنق الأنبوبة : توجد أشكال موجات منالفة مطبقة على الملفات تقوم بتكوين مجالات متغيرة ضمن الأنبوبة للتحكم بحركة حزمة الأشعة .

### ملاحظة :

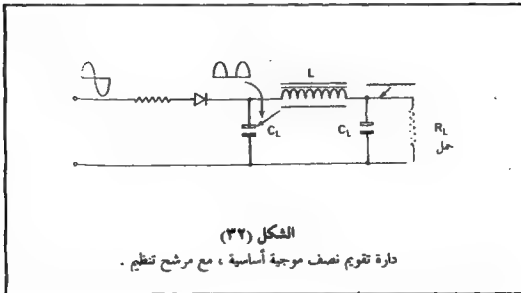
الشكل رقم (٢٨) سقط سهواً . يرجى ملاحظته في الصفحة رقم (٩٦) في نهاية الباب الرابع .

## الدارات الأساسية

### الدارات الالكترونية لتقوم التيار :

#### ما هو التشغيل النصف موجي ؟

في الشكل ٣٢ يتم تطبيق الفلطة الرئيسية ( ولتكن على سبيل المثال ٢٥٠ فولط تيار متناوب ، بتردد ٥٠ هرتز ) على مصعد ( أنود ) الدايود VI ، ويكون الحمل  $R_L$  في دارة مهبطية . وهذا يضع أمانا فلطية موجبة تتراوح بشكل جيبي من الصفر إلى ٢٥٠ ومن ثم ترتد إلى الصفر على المصعد ، بالنسبة للمهبط ، مرة في كل نصف دورة . وأثناء النصف دورة السالبة لا يجري التيار . وتكون النتيجة أنه عبر الحمل ، أي عند مهبط الدايود VI تظهر فلطية تيار مستمر تتغير بما يتناسب كما هو مبين في الشكل . إن هذا التيار المستمر النابضي يتم تنظيمه بواسطة دارة الترشيح  $C1, L, C2$  لإنتاج فلطية عالية الجهد عبر الحمل  $R_L$  .

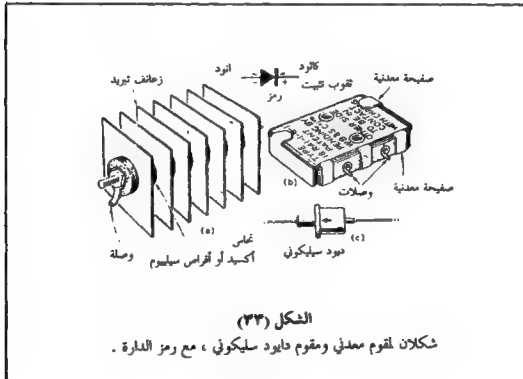


## كيف يعمل المرشح ؟

إن المكثف الإحتياطي C1 ( تحليل كهربائي ، بقيمة مثالية تساوي  $100 \mu F$  في جهاز استقبال تلفزيوني ) ينشحن حتى الوصول إلى فلطية الذروة عندما يقوم الداود V1 بعملية التوصيل والإتجاه نحو التفريغ من خلال الحمل عندما تتناقص الفلطية المطبقة . الملف الخائق L مركب بحيث تكون معاوقته القصوى عند تردد الدخل ويقوم مكثف التنظيم C2 ( قيمته المثالية  $200 \mu F$  ) بتأمين مجرى جانبي للتيار المتناوب المتبقي تاركاً الحمل بفلطية عالية الجهد غير متغيرة .

## ما هي أنواع المقوم المستخدمة ؟

تستخدم المقومات المعدنية المشكلة بتوصيلات من معادن غير متشابهة على نطاق واسع . وهذه المقومات تتخذ شكلين رئيسيين كما هو مبين في الشكل ٣٣ (أ) و ٣٣ (ب) . يتم الحصول على التبريد بواسطة أرياش معدنية تحتل مساحة كبيرة (أ) أو بتوصيل الجهاز ميكانيكياً مع هيكل أو جسم جهاز الاستقبال (ب) ، وهذا الأخير يطلق عليه اسم المقوم المبرد بالتلامس .

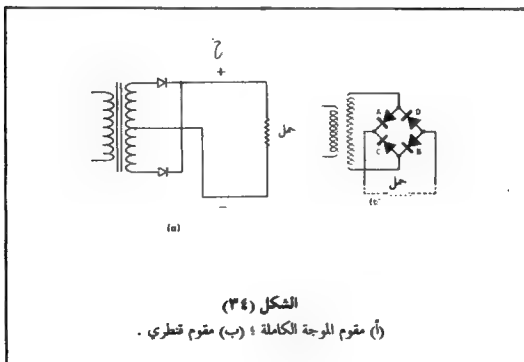




تستخدم حالياً دايودات التقويم السليكونية في الغالب ، وتعتمد على مبدأ الدايدود  
نصف الناقل كما هو مبين في الفصل الثالث ولكن مع السماح لتيارات كبيرة نسبياً  
بالمرور .

### ما هو مقوم الموجة الكاملة ؟

إذا تم وصل دايودين بشكل يتم فيه تطبيق فلطية الدخل بشكل متناوب ( أي  
لاطوري ) على أنوديهما مع تقاسم الحمل لتيار الكاثود ، فإن النصف الضائع من  
موجة الدخل الجيبية يمكن إعادة كسبه . يوضح الشكل ٣٤ (أ) كيفية إجراء هذه  
العملية ، بتوصيل نهايات الملف الثانوي لمحول ، تتصل لفيفته الأولية بفلطية الدخل  
المتناوب بالأنودات ، مع أخذ نقطة التفرع المركزية للملف الثانوي إلى نقطة مشتركة  
( تعتبر أيضاً هي نقطة العودة للحمل ) بحيث أنه في كل نصف من الملف الثانوي  
المتفرع من المركز تظهر أشكال موجبة جيبية بشكل لاطوري . إن سعة التيار يتم  
تحسينها بذلك ويزداد متوسط الفلطية العالية الجهد وتصبح فلطية الموج المراد تنظيمها  
مساوية لـ ١٠٠ هرتز الآن حيث أن النبضات تصل إلى الكاثود مرتين لكل دورة  
من دخل التيار المتناوب . ويمكن الحصول على تنظيم أفضل كما أن ملفات المحول



( باستخدام مبدأ رفع الفلطية ) يمكن ترتيبها لتطبيق فلطية أعلى على الأنودات حيث تلازم فلطية عالية الجهد بشكل أعلى .

### ما هو المقوم القنطري ؟

إن أربعة دايودات متصلة كما هو مبين في الشكل ٣٤ (ب) وتم تغذيتها بواسطة الملف الثانوي لحول تقوم أيضاً بتأمين تقويم الموجة الكاملة .

وتكون عملية التشغيل على النحو التالي : عندما يكون الطرف العلوي من الملف الثانوي موجياً ، فإن الدايود A يقوم بعملية التوصيل ، ويجري التيار من خلال الملف الثانوي وعبر الدايود B والحمل . وعندما يكون الطرف السفلي من الملف الثانوي موجياً فإن الدايود C يقوم بالتوصيل ويجري التيار عبر الدايود C والحمل والدايود D والملف الثانوي . وبهذا يحدث تقويم الموجة الكاملة وكما أنه في أي لحظة يوجد فيها مقومان موصلان على التسلسل فإن القدرة الذروية المسموحة العظمى للمقومات الفردية تنقسم إلى النصف بمقارنتها مع دائرة الموجة الكاملة السابقة . ويتم أيضاً تفادي الحاجة إلى ملف ثانوي لحول متفرع من المركز .

### كيف يتم تحقيق إقرار الفلطية ؟

باستخدام المقوم العادي ( غير المستقر ) ، عندما يزداد تيار الحمل فإن فلطية الدخل تنخفض ، بسبب عدة عوامل بما فيها المقاومات الأومية للملفات المحول ، والمقوم والسعة التخزينية الفعالة للمكثف الاحتياطي . إن المحافظة على ثبات فلطية الخرج بالنسبة لمجال واسع من متطلبات التيار يطلق عليها اسم الإقرار أو التوازن ، ومع دارات الترانزيستور التي تتضمن الاستعمال العام للتضخيم من النوع B ، يستخدم على نطاق واسع حتى في التجهيزات السمعية واللاسلكية المعتدلة . وبالإضافة إلى ذلك فإنه توجد بعض الاستخدامات التلفزيونية الخاصة .

### ما هو أبسط شكل ؟

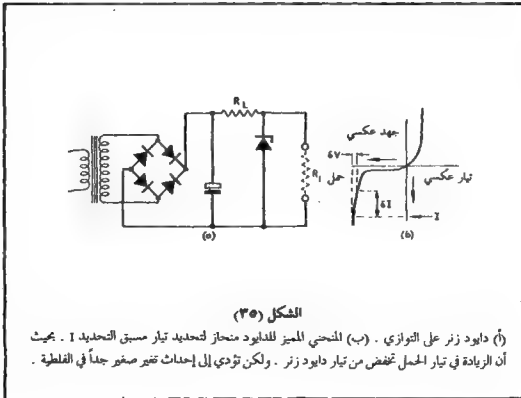
كما تم ذكره آنفاً . فإن دايود زنر يمكنه أن يقوم بعملية توازن ( إقرار ) مفيدة بسبب خاصية تمريره لتيار ثقيل عندما تتجاوز الفلطية المعاكسة الحد المخرج . وبتركيب دايود زنر على التفرع مع الحمل ، شريطة أن يكون التيار منخفضاً فإنه

يمكن الحصول على عملية توازن ( إقرار ) كافية في أغلب الأحيان . ويكون متصلاً كما هو مبين في الشكل ٣٥ بالشكل العكسي ، ويتم تغذيته عن طريق فلطية غير متوازنة من خلال مقاومة حمل  $R_L$  . يتم اختيار الداود ليحتوي على فلطية إنيار مساوية للفلطية المطلوبة ، ومن ثم يتم اختيار فلطية الدخول والمقاومة التسلسلية بحيث يتم وضع الإنياز في منطقة الإنيار وبتيار مسبق التحديد .

## المضخمات

### ما هي أنواع دارات التضخيم المستخدمة ؟

إن نوع دارة التضخيم المستخدمة يعتمد على مجال الترددات المراد تضخيمه وعلى مقدار القدرة اللازمة وعلى حجم دخل الإشارة . لقد تم توضيح المضخم الرئيسي في الفصل الثالث ، إلا أنه من أجل معظم الأغراض يجب أن تستخدم مراحل تضخيم متعددة وطريقة ما للتقارن ( نقل الإشارات من مرحلة إلى أخرى ) .

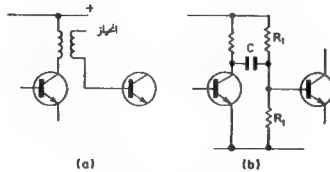


## كيف يتم تقارن مراحل التضخيم ؟

إن الطرق الرئيسية للتقارن من أجل الدارات التلفزيونية واللاسلكية هي التقارن التبادلي أو التقارن بمحول ( التي تستخدم الآن للترددات اللاسلكية فقط ) والتقارن بمكثف . وعند استخدام التقارن التبادلي ( بمحول ) فإن اللفيفة الأولى للمحول تكون حمل أحد الترانزستورات ويقوم الملف الثانوي بتغذية الإشارات إلى قاعدة المرحلة التالية . إن عدد اللفات على اللفيفة الأولى والثانوية يمكن اختياره بحيث تتم تغذية أكبر مقدار ممكن من قدرة الإشارات من مرحلة إلى المرحلة الأخرى . في استخدامه العادي للترددات اللاسلكية في مراحل الترددات الوسطى فإن المحول سيتم توليفه بواسطة مكثف على التوازي مع كل ملف . ومن النادر جداً أن يتم استخدام المحولات الآن في الدارات السمعية بسبب كبر حجمها وتكلفتها وبعض خصائصها غير المرغوبة .

## ماذا عن التقارن بمكثف ؟

إن طريقة التقارن بمكثف يستخدم فيها كما هو واضح من التسمية مكثف لنقل الإشارة وعزل منسوب التيار المستمر لمرحلة واحدة عن الأخرى . يجب أن يتم استخدام مقاومة أو ملف معانة كحمل مجمع للمرحلة التي تم أخذ الإشارة منها ،



الشكل (٣٦)

التقارن . (أ) بواسطة محول . (ب) وبواسطة مكثف .

وإن مستويات المقاومة المختلفة للدخل قد تعني بعض الضياع في قدرة الإشارة . وهذه تعتبر الآن ، بغض النظر عن التقارن المباشر ، هي الطريقة الوحيدة للتقارن الموجود في المراحل السمعية ، إلا أنها ليست مناسبة للترددات اللاسلكية .

#### ما هو المضخم من الفئة A ؟

عندما يتم إنغياز ترانزيستور أحادي بحيث يكون الخط البياني لفلطية الخرج مقابل فلتية الدخل عبارة عن خط مستقيم للإشارات المراد استخدامها ، فإن المضخم عندئذ يعمل في الفئة A . يمكن تحقيق مثل هذه الظروف بضمان عدم هبوط فلتية الجمع وعدم قطع تيار القاعدة . في مرحلة حقيقية للفئة A يكون التيار الثابت الذي يجري في الترانزيستور هو نفسه سواء أكان يوجد دخل للإشارة أو لا يوجد .

#### ما هو المضخم من الفئة B ؟

في دائرة من الفئة B يكون الإنغياز مرتباً بحيث يقوم الترانزيستور بالتوصيل فقط لنصف إشارة الدخل . وأما بالنسبة للنصف الآخر فإن الترانزيستور ينقطع ويجب أن يتم تأمين المتبقي من الدخل بواسطة ترانزيستور آخر يشتغل على النصف الآخر من الإشارة أو بتذبذب دائرة مولفة . إن التيار الذي يجري بدون إشارة يكون صفرأ أو بقيمة صغيرة ويزداد معدل التيار بشكل كبير عندما يتم تطبيق إشارة .

#### ما هو المضخم من الفئة C ؟

في مضخم من الفئة C يتم ترتيب الإنغياز بحيث يجري التيار لأقل من نصف زمن موجة الإشارة . ويمكن استخدام هذا الترتيب فقط عندما يتم استخدام دائرة مولفة كحمل ، وعندما توجد في مضخمات القدرة في أجهزة الإرسال لأنها تستطيع أن تتدبر مقادير كبيرة من خرج القدرة مع ضياع نسبة قليلة جداً من القدرة في الترانزيستور . لم تعد الدارات التي من الفئة C شائعة الآن بسبب أن طرق التعديل الحديثة تتطلب خطية أكبر في مضخمات الخرج .

#### ما هو مضخم القدرة ؟

يقوم مكبر الصوت بتحويل القدرة الكهربائية إلى قدرة صوتية ويجب أن يتم

إمداده عن طريق دائرة تضخيم يمكنها أن تؤمن القدرة الكهربائية ، مما يعني بأن مستويات الفلطية والتيار للإشارة يجب أن تكون أكبر مما هي عليه عند مدخل المضخم . وبما أن الفلطيات والتيارات المستخدمة يجب أن تطبق أيضاً على الترانزيستور أو الترانزيستورات فإن بعض القدرة يتم استخدامها في الترانزيستور فتؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الترانزيستور . إن هذا الارتفاع في درجة الحرارة سوف يعطل الترانزيستور ما لم توجد بعض الوسائل من أجل تبريده ، وفي العادة تستخدم بالوعات حرارة مزعنة من أجل تصريف الحرارة في ترانزيستورات القدرة .

### ما هو نوع دارات خرج القدرة المستخدمة للترددات اللاسلكية ؟

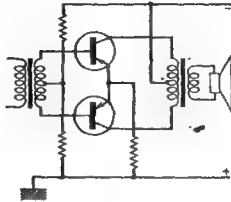
يمكن استخدام الدارات من الفئة A ، بحيث يمرر الترانزيستور مقداراً كبيراً وثابتاً من التيار وهذه الدارات نجدها في العديد من التصميمات لأجهزة الاستقبال التلفزيونية . في هذا النوع من الدارات يتم التقارن من ترانزيستور القدرة إلى مكبر الصوت عن طريق محول . أما الدارات التي من الفئة B والتي تستخدم التقارن بمكثف فهي أكثر شيوعاً وتكون دائماً من النوع الدفعي والجذبي .

### ما هو المضخم الدفعي والجذبي ؟

في المضخم الدفعي والجذبي يتم تقاسم دخل الإشارة بين ترانزيستورين فزودين بمخرج مشترك إلى مكبر الصوت . إن الطريقة المستخدمة في الأصل كانت تتجلى بتقارن كل من الدخول والخرج بواسطة محولات منفصلة كما في الشكل ٣٧ . ولقد خرج كل من المحولين والدارات التي من النوع A من دائرة التفضيل والدائرة الشائعة حالياً هي الدارة الدفعية الجذبية الأحادية الطرف التي تعمل في الفئة B .

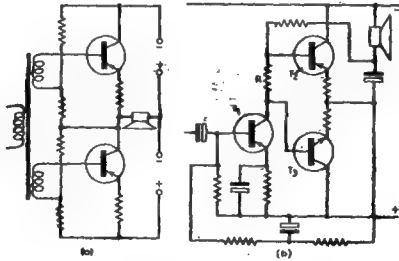
### ما هي دائرة الترانزيستور الدفعية الجذبية الأحادية الطرف ؟

إن هذه الدارة تستغني عن محول الخرج ، وتستخدم مكبر الصوت ( وفي بعض الأحيان يلزم أن يكون من النوع العالي المعاوقة ) كحمل . يطبق دخل دفعي جذبي على الترانزيستورات كما هو مبين في الشكل ٤٠ ( أ ) . الترانزيستوران موصولان على التسلسل من أجل تيار مستمر ، وعلى التوازي من أجل تيارات الإشارة . في الدارة المبينة يتصل مكبر الصوت بنقطة التفرع المركزية للبطاريات ، إلا أن هناك شكلاً



الشكل (٣٧)

المرحلة الدفعية الجذبية بمبدئيل وخرج للمحول ، والتي نادراً ما تستخدم في الوقت الحاضر .



الشكل (٣٨)

(أ) مرحلة أحادية الطرف للمدخل محول . (ب) مرحلة خرج تماثل متمم .

مغياراً يستخدم بطارية واحدة يأخذ مكبر الصوت إلى خط موجب عن طريق مكثف مانع . ولموازنة شبكة إنجياز القاعدة ضد تأثيرات التغيرات في الفلظلية ودرجة الحرارة فإنه تستخدم في بعض الأحيان ثرمستورات أو دايودات خاصة في الشبكة الإنجيزية .

### كيف تعمل دائرة التماثل المتتمة ؟

يوضح الشكل ٤٠ (ب) دائرة تماثل متتمة نموذجية نجد فيها  $T1$  تمثل ترانزيستور الإدارة و  $T2$  و  $T3$  تمثلان ترانزيستورات الخرج . إن  $T2$  هي عبارة عن ترانزيستور من النوع  $pnp$  و  $T3$  ترانزيستور من النوع  $npn$  . إن إشارة الدخل السالبة تجعل  $T2$  ينحاز للأمام فتجعله يقوم بعملية التوصيل . كما أن الإشارة الموجبة تجعل  $T3$  ينحاز للأمام ، وهذه الظروف مماثلة للدائرة الدفعية الجذبية الأحادية الطرف ولكن بدون الحاجة إلى مدخل دفعي جذبي . عندما يقوم أحد الترانزيستورات بالتوصيل فإن الآخر ينقطع عن ذلك . وهكذا تكون الدارة بكاملها بلا محول .

إن خصائص زوج مخرج  $pnp$  و  $npn$  تحتاج إلى موازنة ومن هنا تأتي تسمية التماثل المتتمة . إن استبدال المقاومة  $R$  بنوع خاص من الدايود تجعل المرحلة مستقرة ضد تأثيرات الهبوط في فلظلية البطارية ( والتي عند هبوطها إلى حد معين يمكنها أن تؤدي إلى زيادة حدوث شكل من أشكال التشوه يسمى بتشوه التحويل الاختلال التزامن ، أي أنه يتم تشوه النقطة الكائنة بين تشغيل الترانزيستورين ) . نلاحظ دائرة التغذية المرتدة السالبة الكلية من الخرج إلى قاعدة  $T1$  .

### لماذا يتم استخدام هذه الدارات في أغلب الأحيان ؟

إن عملية التشغيل من الفئة  $B$  . وهي الطريقة التي انتبهنا من مناقشتها لتونا والتي تم بيانها بشكل مفصل في الفصل الثالث تتميز ببعض الخصائص على الفئة  $A$  . فهي لا تلج في الطلب كثيراً على المنبع عندما تكون الإشارة ضعيفة وتعمل بكفاءة عالية نوعاً ما تحت كافة ظروف قدرة الدخل . إن الكفايات التي تصل نسبها إلى ٧٥٪ لا تعتبر غير عادية . ونظراً لهذه الكفاية الكهربائية العالية والمصرف الصغير



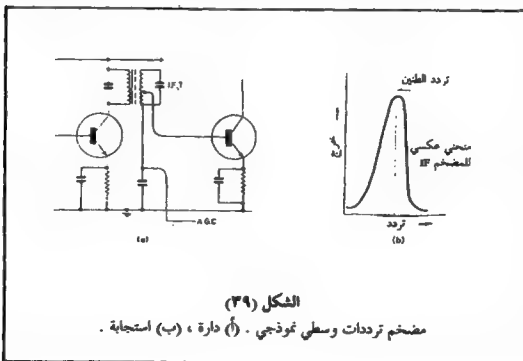
لتيار فإن الجهاز يعتبر مناسباً بشكل كبير لأجهزة الراديو الصغيرة المحمولة حيث تعتبر مسألة الحفاظ على البطاريات من العوامل الهامة .

### ما هو الشيء الخاص المتعلق بمضخم الترددات اللاسلكية ؟

حيث أن عناصر حمل الدخل والمخرج في المضخمات التي تم بحثها حتى الآن كانت مقاومة وبالتالي غير مدركة للتردد فإن المضخمات المستخدمة للترددات اللاسلكية تستخدم بشكل عام الدارات المولفة عند المدخل والمخرج للحصول على الكفاية القصوى . يوضح الشكل ٣٩ (أ) دائرة مضخم ترددات وسطى نموذجية ( مراجعة الفصل الخامس أيضاً ) بحمل قاعدة مكون من الملف الثانوي لمحول وحمل المجمع وهو الملف الابتدائي لمحول آخر . وبهذا الشكل يتم الحصول على المعاوقة القصوى عند تردد الرنين ( انظر الفصل الأول ) مع تحويل الطاقة القصوى من مرحلة إلى الأخرى عند التردد الموالف .

### ما هي المشاكل الخاصة المتعلقة بمضخم الترددات اللاسلكية ؟

إن التفاعل المتبادل العفوي بين المخرج والمدخل يصعب تفاديه كثيراً . عند الترددات اللاسلكية حتى أنه بالنسبة للسعة الشاردة الصغيرة جداً بين سلكين نجد



أن لها ممانعة منخفضة . يجب أن تكون الترانزيستورات مصممة بشكل خاص لتعمل بترددات عالية جداً ، ويجب أن تكون الدارات مركبة بحيث أن أسلاك التوصيل الناقلة لتيارات عالية التردد تكون قصيرة قدر الإمكان . إن تخفيض التقارن ( تقصير الترددات العالية إلى الأرض ) يستخدم في كافة أسلاك الإمداد بالقدرة لمنع الترددات اللاسلكية من الرجوع عبر هذه الأسلاك .

### ما هو الغرض من وجود المكثف عبر المقاومة الإنحيازية ؟

يقوم المكثف بتخفيض تقارن الدارة الإنحيازية بإمرار تيارات متناوبة لضمان فلتية إنحياز ثابتة ، بشكل مستقل عن التغيرات في التردد . على سبيل المثال ، إذا كانت المقاومة الإنحيازية تساوي  $1,5 K$  ، وتعطي فلتية إنحيازية مقدارها  $1,5$  فولط لتيار إجمالي قيمته  $1$  ميلي أمبير تيار مستمراً وكانت قيمة مكثف تخفيض التقارن تساوي  $1000 PF$  ( $0,001 \mu F$ ) فإن مفاعلة المكثف بالنسبة للتردد الأوسط النموذجي البالغ  $35$  ميغاهرتز ستساوي حوالي  $9$  أوم . وبذلك يتم تأمين مسار سهل لإشارات التيار المتناوب ولا تصاب الفلتية الإنحيازية بالضعف .

### لماذا يتم استخدام المكثفات التحليلية الكهربائية من أجل تخفيض التقارن في الدارات السمعية ؟

نظراً لأن الترددات المراد إمرارها تكون منخفضة إلى حد كبير فإن السعة يجب أن تكون أعلى نسبياً لتحقيق مسار مشابه سهل آخر من أجل التيارات المتناوبة . وهكذا في الدارات السمعية على سبيل المثال . في الشكل ٢٩ (ب) قد يلزم وجود مكثف إنحيازي تتراوح سعته من  $250$  إلى  $500$  ميكروفاراد وبالنسبة لقيمة كبيرة كهذه فإن المكثفات التحليلية الكهربائية تعتبر هي الأسهل في التصنيع .

### هل هذا هو السبب أيضاً في وجود المكثفات التحليلية الكهربائية في وضعيات التقارن بين المراحل في دارات الترانزيستور ؟

إن قيمة مكثف التقارن تعتمد على استجابة التردد في المضخم . وعندما يزداد تردد الإشارة فإنه ستكون هناك نقطة يتم فيها إنخفاض كسب المضخم وذلك لأن مقاومة مكثف التقارن المتصل على التوالي تزداد . ويمكن القول بأنه سيكون هناك

هبوطاً بمقدار ٣ ديسبل (٣٠٪) في الكسب عند التردد عندما تصبح مفاعلة المكثف مساوية للمقاومة الإجمالية المتصلة على التسلسل معه .

### ما الذي تشتمل عليه هذه المقاومة ؟

تشتمل مقاومة حمل المرحلة السابقة ومقاومة دخل المرحلة التالية . توجد عوامل عديدة لأخذها بعين الاعتبار . وبالرجوع إلى الدارات البسيطة في الشكل ٢٨ وتحليل هذه الدارات ، فإننا نلاحظ بأن المقاومات الإنحيازية في القاعدة R1 و R2 تكون متصلة على التوازي بشكل فعال مع بعضها ومع مقاومة دخل الترانزيستور .

### هل هذا يستلزم بأن تكون الأقطاب الموجبة والسالبة في منبع القدرة بنفس الجهد الكهربائي بالنسبة للتيار المتناوب ؟

نعم على وجه الضبط . ومرة ثانية يتوجب علينا أن نلاحظ تأثير المكثف التحليل الكهربائي العالي القيمة ، الذي هو جزء من دائرة التنظيم والتحضير . والذي يعمل كدارة توازن للتيار المتناوب عبر منبع القدرة .

### ما هي الأنواع الأخرى الموجودة للمضخم ؟

إن البحث في تشكل أنصاف النواقل قد أدى إلى ظهور وسيلة صغيرة جداً ومغلقة بالكامل ومستقرة — وهي الدارة التكاملية (i.c) . فعلى قطعة صغيرة يتم تشكيل دارة كاملة بواسطة شوائب مضبوطة . إن الترانزيستورات والمقاومات والملفات المحانة جميعها يتم تشكيلها في قطعة صلبة من السليكون ، بحيث أن قطعة تحتوي على عشرة توصيلات سلكية قد تشتمل على دزينة من الترانزيستورات وعلى ضعف هذا العدد من الأجزاء المكونة .

### ما هي الميزة الخاصة للدارة التكاملية ؟

تميز الدارة التكاملية باستقرار كبير وبكسب عال وبرخص ثمنها بسبب طرق الإنتاج بالجملة المستخدمة بالإضافة إلى صغر الحجم وسهولة الاستبدال . يمكن للدارات التكاملية أن تحل محل جميع مجموعات الدارات الكهربائية الموجودة في وسائل التوليف وفي المضخمات .

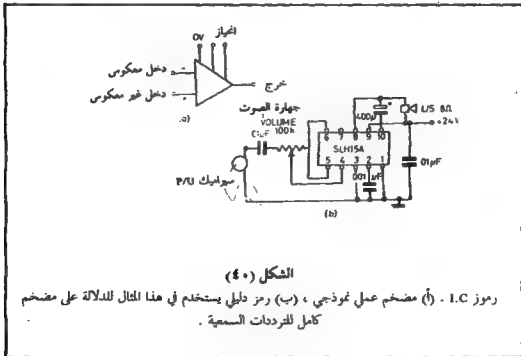
## هل يرمز للدارة التكاملية (i.c) برمز خاص ؟

إن المضخم العملي ( مضخم عالي الكسب ) يستخدم رمزاً بشكل رأس سهم ، حيث يؤخذ المخرج من الطرف المدبب ويؤخذ الدخول نحو الطرف المستوي . أما أنواع الدارة التكاملية الأخرى فإنه يتم تمثيلها على مخطط الدارة الكهربائية بواسطة مستطيل تكون التوصيلات فيه مرقمة . إن الدارة أو وظيفة الدارة التكاملية يمكن أن تتحدد على جانب مخطط الدارة الرئيسية .

## كيف يتم استخدام الدارات التكاملية في أجهزة الراديو ؟

في أبسط شكل للراديو الجيبية الصغيرة يمكن لدارة تكاملية (ic) واحدة أن تحل محل كامل القطع الفعالة التي تحتويها راديو مضمونة السعة ، بحيث لا يلزم سوى ملف التوليف والمكثف وأداة التحكم بالصوت ومكبر الصوت وبضعة مكثفات مثبتة ومقاومات للراديو . بالنسبة للدارات الأكثر دقة يمكن الآن تزويد كامل قسم المضخم السمعي بدارة تكاملية واحدة مع تزويد جهاز فك رموز مجسم والدارات المميزة بدارة تكاملية أخرى ثم أخيراً تزويد مضخمات الترددات الوسطى بدارة تكاملية .

ثالثة .



## لماذا يلزم إضافة القطع المكونة الأخرى ؟

إننا لانستطيع أن نكون ملفات محالة على شكل دائرة تكاملية ، ولا حتى المكثفات الكبيرة ، ولا أية قطعة أخرى يجب أن تكون قيمتها دقيقة أو متغيرة . بحيث أن قطع الموالفة وقطع الانحياز يجب أن تضاف دائماً . إن استخدام مرشحات الترانس قد أدى إلى تخفيض حجم قطع توليف الترددات الوسطى إلى حد كبير وتوجد إمكانية استخدام طرازات خاصة للتوليف ( مرشحات موجات سطحية ) من أجل الدارات التكاملية التي ما تزال تتطور منذ زمن الكتابة .

## كيف يتم استخدام الدارات التكاملية في أجهزة الاستقبال التلفزيونية ؟

تستخدم بشكل رئيسي في تحضير الإشارات . بغض النظر عن بعض استخدامات الترددات الوسطى . في أجهزة الاستقبال التي تعتمد على نظام الأسود/والأبيض يمكن جمع المفرق التزامني ومولدات الدارات الموقفة في دائرة تكاملية واحدة مع العلم بأن مراحل خرج القاعدة الزمنية ما تزال تحتاج إلى ترانزستورات قدرة . إن القسم السمعي الكامل يمكن احتواؤه في نوع واحد من الدارة التكاملية ، وتوجد هناك دائرة أخرى متوفرة على شكل دائرة تكاملية تحتوي على مضخم للترددات الوسطى للصوت أثناء الموالفة في نفس الدارة التكاملية . أما أجهزة الاستقبال الملونة فإنها تستخدم الدارات التكاملية في عمليات فك الرموز بالإضافة إلى العمليات المشتركة في كلا نوعي أجهزة الاستقبال التلفزيونية .

## مولدات اللذبذبة :

### ما هو مولد اللذبذبة ؟

يمكن لدائرة مولدة أن يتم ترتيبها بحيث تقوم بنقل الطاقة بشكل فعال عند قيمة تردد معينة متعلقة بقيمة التحريضية والسعة المستخدمتين . إذا استعملنا دائرة مولدة في مضخم ما كحمل ، وقمنا بترتيبها بحيث تتم إعادة بعض الخرج إلى الدخل في الطور المناسب فإن الدارة سوف تقوم بتأمين دخلها الخاص بها ، وتكون بذلك عبارة عن مولد للذبذبة . يجب أن يكون طور الإشارة المرتدة موجباً ، وهذا يعني بأن التغير في فلطية المجمع ستم إعادة تغذيته إلى القاعدة بحيث يحدث تغير أكبر في فلطية

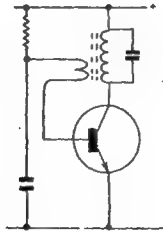
المجمع . إن متسع ذبذبة الخرج يتكون خلال بضعة دورات إلى أن تصبح محدودة إما بواسطة فلطية المنبع أو بواسطة التغير في تضخيم الترانزيستور ( وهو أقل بالنسبة للإشارات الكبيرة مما هو عليه في الإشارات الصغيرة ) . يتم الحصول على أنقى شكل موجي جيبي عندما تكون التغذية المرتدة كافية للمحافظة على استمرارية التذبذب .

### ما هو مولد الذبذبة هارثلي ؟

يتم إنتاج التغذية المرتدة بواسطة التقارن الحثي ، عن طريق ملف ذي نقط تفرع كما في الدارة الأساسية للشكل ٤١ . أما في الشكل ٤٢ (أ) فإننا نجد شكلاً آخر من أشكال مولد الذبذبة المولف المغذى على التفرع .

### ما هو مولد الذبذبة كولبيتس (Colpitts) ؟

يتم إنتاج التغذية المرتدة بواسطة التقارن السعوي كما هو مبين في الدارة المبينة في الشكل ٤٢ (ب) ، إن أنواع الدارة المختلفة تعتمد على هذا الأسلوب البسيط ويستخدم التصميم على نطاق واسع في أجهزة استقبال البث .



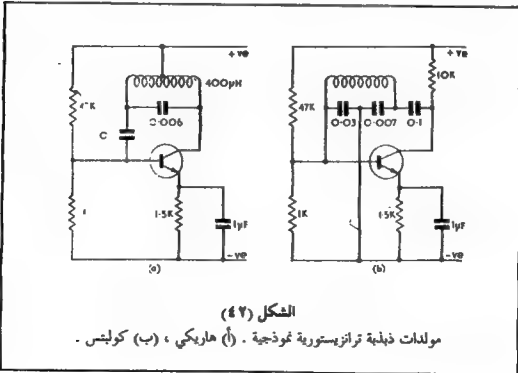
الشكل (٤١)

دارة مولد ذبذبة بسيط .

## هل تستخدم هذه الدارات في التردد العالي جداً والتردد فوق العالي ؟

في الترددات التي تصل إلى ١٠٠ ميغاهرتز فأكثر يستخدم طراز مولد ذبذبة معروف يعتمد على حقيقة أن فلطية المجمع لترانزيستور معين يدار عند الباعث ( دائرة قاعدة مشتركة ) تكون متفقة في الطور مع الدخل . إن أي تغذية مرتدة بين المجمع والباعث سوف تحافظ بذلك على التذبذب في دائرة تحتوي على أجزاء الموالفة . وفي الترددات الأعلى يتم التخلي عن ملفات الحثية والمكثفات التقليدية المعروفة ويتم استخدام خطوط مولفة أو تجاوزيف مع دارات القاعدة المشتركة .

لقد ظهرت عدة دارات خاصة متطورة استفادت من خصائص أنصاف النواقل . وإن وصف مثل هذه الدارات لا يتسع له حجم هذا الكتيب الصغير . وإنما يكفي أن نعطي لمحة موجزة عن مثل هذه الدارات . عند الطرف العلوي من المقياس ، باستخدام الأجهزة السليكونية المستوية ، لدينا مولدات ذبذبة الأمواج الدقيقة تعمل عند عدة جيغاهرتز ( حيث أن ١ جيغاهرتز = ١٠٠٠ ميغاهرتز ) باستخدام التجويف المولف ومبدأ قطع الخط متحد المركز . وفي الترددات المنخفضة تخضع أنصاف النواقل للتحكم البلوري بالتردد ، حيث يلزم ترددات ثابتة .



## ما هي مبادئ التحكم البلوري بالتردد ؟

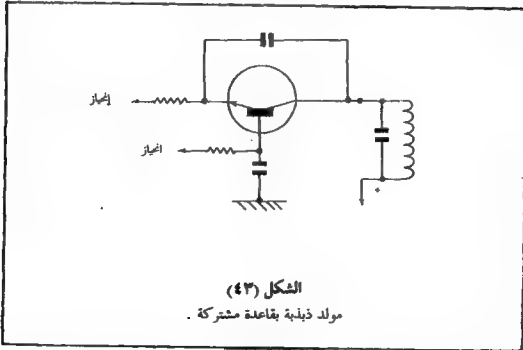
إن البلورات ، التي هي من الكوارتز ، يتم قطعها لترن عند ترددات معينة ، وهي دقيقة للغاية . وإن بناء أو تكوين دائرة حول هذه البلورات تمكن المصمم من المحافظة على تردد ذبذبة ثابت ومستقر . وهذا يعود سببه إلى أن تردد الرنين يتم تحديده بواسطة الخصائص الاهتزازية الطبيعية للبلورة المحرّضة . تسمح البلورة بالتغذية المرتدة فقط عند تردد الرنين الخاص بها .

## هل تكون هذه الدارات محدودة أو مقصورة على تردد معين ؟

إن الطرق المألوفة لاستخدام مولدات الذبذبة البلورية تكمن بأسلوب مضاعفة التردد . إن ترددات الرنين الأساسية للبلورات لا تكون جديرة بالاعتماد عليها كثيراً عندما تزيد على ٢٠ ميغاهرتز . في حال إمكانية تغذية الخرج عن طريق مولد الذبذبة الأصلي إلى شبكة لا خطية مضبوطة واختيار تردد توافقي بعد ذلك فإن هذا يمكن المصمم من صنع مولد ذبذبة يخرج مضاعف عن الخرج الأساسي .

## كيف يعمل مذبذب التراخي المتعدد التوافقيات ؟

إن مذبذب التراخي المتعدد التوافقيات هو عبارة عن مولد ذبذبة نموذجي غير

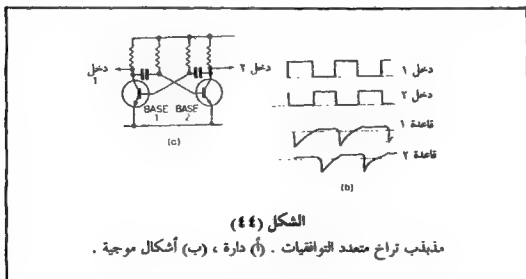


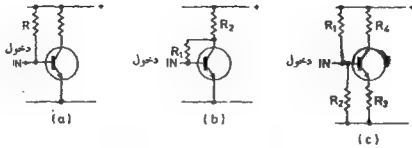


موالف ويعطي شكل موجي لا يكون على نمط موجه جيبيه وإنما قريباً من شكل موجة مربعة المقطع . يوضح الشكل ٤٤ دائرة مذبذب تراخ متعدد التوافقيات وهذه الدارة تتكون من مرحلتين مضخم متقارنتين  $R - C$  حيث يكون خرجاهما متقارنين بشكل متصالب بحيث يقوم كل منهما بإدارة الآخر . وبسبب التقارن المتصالب ، تكون الدارة غير مستقرة عندما يقوم كل من الترانزستورين بعملية التوصيل ، وبذلك يصرف كل ترانزستور معظم وقته إما مستقراً أو مقطوعاً . إن قيم  $R$  و  $C$  تؤثر على معدل التكرار ( التردد ) وعلى عرض الموجة .

### هل توجد دائرة خاصة للقواعد الزمنية ؟

إن القاعدة الزمنية ، حسب استخدامها للتلفزيون ، تتطلب موجة على شكل سن المنشار . وهذا يمكن الحصول عليه عن طريق خرج مربع المقطع في مذبذب تراخ متعدد التوافقيات إما باستخدام الموجة المربعة المقطع لشحن وتفريغ مكثف من خلال مقاومة ، فينتج لدينا موجة أشرية الفلطية ، أو بتطبيق الموجة الأشرية على ملف محاطة نحصل على موجة تيار أشرية . تستخدم الطريقة الأولى لقواعد المجال الزمنية ، طالما أن ملفات المجال المنخفضة التأثيرية ( التحريضية ) التي تعمل عند تردد منخفض ، من الأفضل أن تتم تغذيتها عن طريق مرحلة خرج سمعية عادية تغذى بسن منشار فلطية . أما الطريقة الثانية فإنها تستخدم من أجل ملفات الخط ، والتي تتم تغذيتها عن طريق محول خط بتحريضية عالية نوعاً ما عن تردد عال .





### الشكل (٢٨)

الانحياز . (أ) الطريقة الأبسط التي نادراً ما تستخدم ، (ب) مقاومة بتغذية مرتدة أحادية ، (ج) طريقة الثلاث مقومات .

## كيفية عمل المستقبل اللاسلكي

### ما الذي نعنيه بعبارة « مستقبل » ؟

إن كلمة مستقبل تعني جهازاً يقوم بالتقاط الموجات الكهرومغناطيسية التي يرسلها جهاز إرسال ، ثم يضخم هذه الموجات ويكشفها بحيث يتم سماعها وتضخيمها إلى حد الاستماع الطبيعي .

إن هذا الجواب يستلزم طرح عدد آخر من الأسئلة : توجد أجهزة استقبال بلورية بسيطة لا تقوم بالتضخيم بالأسلوب الذي بناه سابقاً حول التضخيم ، وتوجد أجهزة توليف بعضها دقيق جداً وقوي جداً يقوم خلال المشهد الحالي بمعالجة إشارة التردد اللاسلكي ويكشفها ثم يقوم بعد ذلك بتزويد إشارة سمعية للتسجيل أو بعملية تضخيم لاحقة بواسطة أجهزة دقيقة في استعادة الأصل الصوتي .

### كيف يتم التقاط التردد اللاسلكي ؟

إن وجود هوائي مولف حسب نطاق الترددات المراد استقبالها يظهر الإشارة ويطبقها على مراحل تضخيم حساسة وهذه تكون مولفة بشكل دقيق . لقد تم توضيح بعض التفصيلات عن الهوائيات وطرق تشغيلها في الفصل الثاني .

### ما هو مستقبل t.r.f ؟

إن الآخر ف t.r.f تمثل عبارة التردد اللاسلكي الموالف وتصف الطريقة التي يتم بها تناول ومعالجة الإشارة . إن المراحل المتعاقبة ، الموالفة على الإشارة الواردة ، تعمل على تضخيمها ثم الكشف عنها لإصدار إشارة سمعية ، ثم تضخيمها حسب مستوى الإصغاء .

## ما هي الطريقة البديلة المتوفرة ؟

إن جهاز الاستقبال المترو دايني فوق السمعى الذى سوف نبحث فيه بالتفصيل فيما بعد . يستخدم على نطاق واسع . إلا أن كليهما يعتمدان على الدارة الموالفة بشكل دقيق .

## كيف تم موالفة هذه الدارات ؟

يتم ذلك بطريقتين رئيسيتين ، وذلك بتأمين تحريضية ثابتة ( ملف ملفوف بعدد معين من اللفات ) . مجتمعة مع سعة متغيرة ، أو يجعل السعة ثابتة والتحريضية متغيرة ، وهذا عادة بواسطة قلب معدني نقالي يحترق القلب ويغير التحريضية . عندما يتم استخدام عدة دارات فإنها يمكن أن توالف بنفس الوقت . وهذا يطلق عليه اسم التوصيل أو التقارن الجماعى .

## هل تم موالفة هذه الدارات دائماً على تردد معين ؟

كلا لا يتم ذلك دائماً . قد يكون من المرغوب فيه أن تم الإحاطة بنطاق من الترددات ومن ثم يتم استخدام دارات الإمرار النطاقي .

## ما هي دارة الإمرار النطاقي ؟

إن هذه الدارة هي عبارة نوع معين من الدارات ذات منحنى استجابة/ ترددية مستوي أو موسع كما هو مبين في الشكل ٤٥ (أ) . كلما كانت Q أفضل في الدارة وكان التخمد أقل بواسطة الثوابت الأخرى ، كانت الذروة أكثر حدة . إلا أنه في الممارسة العملية لا تطلب الاستجابة القصوى لذبذبة معينة بهذا الشكل . من الأمور ذات الأهمية القصوى أن يقوم المضخم بمعالجة نطاق من الترددات .

عندما يتم تقارن دارتين أو أكثر ، فإن التفاعل بينهما يميل نحو عدم موالفتها من الرنين . إن تعيير مقدار التقارن يعطي استجابة إمرار نطاقي كما هو مبين في الشكل ٤٥ (ب) .

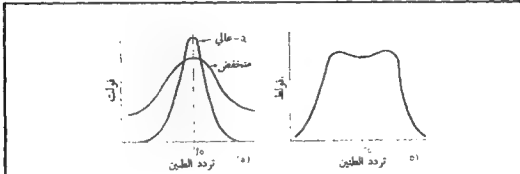
## هل توجد طرق أخرى لتسوية الاستجابة ؟

توجد طريقة واحدة شائعة ، وخاصة في الدارات الموالفة في جهاز الاستقبال

التلفزيوني ، وذلك بتخميد الدارة الموالفة بوصل مقاومة عبرها .

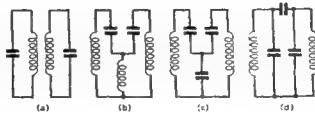
### ما هي أنواع دارات الإمرار النطاقي المستخدمة ؟

الدارات الأساسية الأربع مبينة في الشكل ٤٦ . ففي الشكل (أ) نجد دارة متقارنة بشكل حثي بسيطة سوف تمر معنا مرة أخرى عند الحديث عن جهاز الاستقبال المترودايني فوق السمعي . وفي (ب) نجد التقارن بمحاثنة مشتركة . وفي (جـ) يستخدم التقارن السعوي السفلي الطرف . أما في (د) فنجد تقارن سعوي علوي الطرف .



الشكل (٤٥)

منحنيات الاستجابة . (أ) أحادية الذروة ؛ (ب) واسعة النطاق .  
عندما يتم تقارن دارتين أو أكثر ، فإن التفاعل بينهما يميل نحو عدم موالفتها من الرنين . إن تعبير مقدار التقارن يعطي إستجابة إمرار نطاق كما هو مبين في الشكل ٤٥ (ب) .



الشكل (٤٦)

دارات إمرار نطاقي : (أ) متقارنة بشكل حثي ، (ب) محاثنة مشتركة ، (جـ) سعوية سفلية الطرف ، (د) تقارن بسعة علوية .

## ما هي مساوئ جهاز الاستقبال ذي التردد اللاسلكي الموالف ؟

إن تزايد عدد المحطات التي تنقسم نطاقات البث بشكل كبير ، بالرغم من الأنظمة الدولية التي تحدد ذلك بعرض نطاق ترددي قيمته ٩ كيلوهرتز لكل منها ، يجعل أو يستلزم ضرورة استخدام أربع دارات موالفة أو أكثر بشكل تعاقبي . بترتيب إمرار نطاقي معين لتأمين الاستجابة للذبذبة معينة كافية لمنع التداخل والتشويش من الإشارات المجاورة . وهذا يؤدي إلى حدوث مشاكل تتعلق بعدم الاستقرار بسبب التنفيذ المرتدة للإشارة المضخمة إلى مراحل الدخل .

## ما هو الحل ؟

الحل هو تحديد عدد الدارات الموالفة على التردد الوارد . ويمزج الإشارة الواردة مع أخرى تشكل دائماً مقداراً متساوياً مزاحاً من تردد الموجة الحاملة ، ومن ثم إختيار التردد للناتج وتضخيمه بواسطة دارات موالفة ثابتة فإنه يتم تحقيق تقدم كبير في الاختيارية . وهذه هي طريقة المستقبل المترودايني ( بالفعل المتغاير ) فوق السمعي .

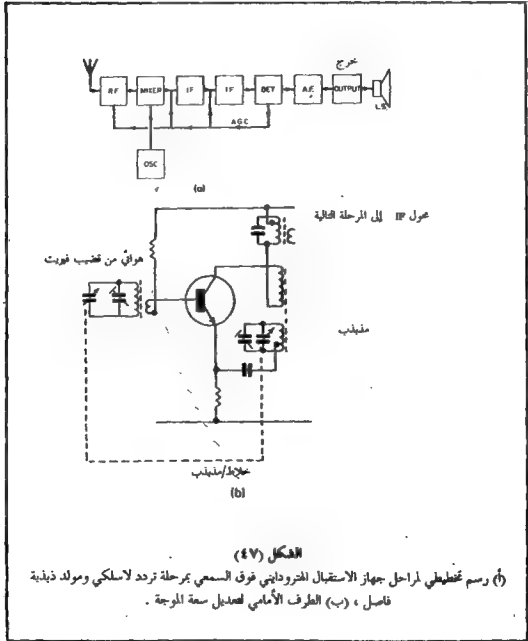
## ما هي الميزات الخاصة لجهاز الاستقبال المترودايني فوق السمعي ؟

لتحقيق النظام الذي تم بيانه آنفاً ، من الضروري أن يتوفر مولد ذبذبة موضعي ، ومضخمات تردد أوسط ومرحلة مازج . وهذه هي الميزات الخاصة لأجهزة الاستقبال المتروداينية فوق السمعية ، مع العلم بأن أول اثنين يمكن جمعهما في مرحلة واحدة . يوضح الشكل ٤٧ (أ) الرسم التخطيطي لمراحل جهاز الاستقبال المترودايني ( وفي الممارسة العملية قد لا يتم تأمين تضخيم الترددات اللاسلكية وإنما قد تستخدم فقط مرحلة ترددات وسطي ) .

## كيف يتم الحصول على التردد الأوسط ؟

يوضح الشكل ٤٧ الطرف الأمامي لجهاز استقبال لاسلكي ترانزيستور نموذجي من أجل استقبال أمواج متوسطة الطول . يتم تقارن الإشارة الصادرة عن هوائي على شكل قضيب من الفريت إلى مضخم ترددات لاسلكية الذي يعتبر أيضاً جزءاً من دائرة مولد الذبذبة . ويعمل الترانزيستور كمضخم باعث مشترك من أجل إشارة

الترددات اللاسلكية وكمولد ذبذبة بقاعدة مشتركة أيضاً . وهنا لا يوجد تناقض وذلك لأن الإشارتين تكونان بترددات مختلفة . إن الإنحياز الحاصل بسبب التذبذب يجعل فعل الترانزيستور غير خطي ويحدث مزج الإشارات بحيث أن الخارج يتضمن أربعة إشارات : التردد اللاسلكي للدخل  $f_1$  ، وتردد مولد الذبذبة  $f_2$  ، ومجموع الاثنين  $f_1 + f_2$  والفرق بينهما  $f_1 - f_2$  أو  $(f_2 - f_1)$  . إن التردد الفرقي والتردد الكلي يتم تعديل كليهما بنفس الشكل الذي يتم به تعديل دخل التردد اللاسلكي ، ويمكننا



أن نختار بسهولة أحدهما ، طالما أن تردداتهما عن طريق التردد اللاسلكي أو ترددات مولد الذبذبة . إن التردد الفرقي هو التردد الذي يتم إختياره عادة واستخدامه كتردد أوسط .

### ما هي الترددات الحقيقية المستخدمة ؟

إن إختيار التردد الأوسط يعتمد على عدد من العوامل ، بما فيها النسبة بين تردد الموجة الحاملة الواردة وترددات مولد الذبذبة على مدى النطاق الكلي الذي تكون فيه الموافقة مطلوبة ، والبارمترات الخاصة بالمراحل الموائمة الثابتة . إن التردد الأوسط التمودجي لجهاز استقبال بالث اللاسلكي يساوي ٤٧٠ كيلوهرتز . وبذلك تتم موافقة مولد الذبذبة المحلي ليعطي هذا التردد الفرقي . على سبيل المثال ، إذا كان تردد الموجة الحاملة الواردة يساوي ١,٥ ميغاهرتز ( ١٥٠٠ كيلوهرتز ) فإن مولد الذبذبة يعمل عند تردد  $1500 + 470 = 1970$  كيلوهرتز ، أو أن ١,٩٧ ميغاهرتز تعطي إشارة بتردد ٤٧٠ كيلوهرتز عندما يتم إمتزاج إشارات الـ ١,٥ ميغاهرتز و ١,٩٧ ميغاهرتز أي أن  $1970 - 1500 = 470$  كيلوهرتز . لنلاحظ على أية حال ، أنه بما أن التردد الأوسط هو الفرق بين تردد مولد الذبذبة وتردد الإشارة ، فإن إشارة عند تردد ٢٤٤٠ كيلوهرتز ( تردد صورة الإشارة ) سوف تعطي أيضاً إن وجدت خرجاً بمعدل ٤٧٠ كيلوهرتز مع ١٩٧٠ كيلوهرتز لمولد الذبذبة المحلي (  $2440 - 1970 = 470$  كيلوهرتز ) . ولذلك يجب أن تكون دارات الإمرار النطاقي للدخل مختارة بشكل كاف للتمييز بمقابل تردد صورة الإشارة هذه .

إن التردد الأوسط التمودجي لجهاز استقبال الترددات العالية جداً يساوي ١٠,٧ ميغاهرتز وبالنسبة لجهاز استقبال تلفزيوني يساوي ٣٥ ميغاهرتز .

### ما هو مرشح الترانس Trans Filter ؟

إن مرشح الترانس يحل محل محول ترددات وسطي أو محل عدة محولات ، وهو أصغر حجماً ويمكن أن يحتوي على عرض نطاق ترددي مضبوط بشكل أكثر دقة . إن مرشح الترانس هو عبارة عن جهاز صوتي وكهربي ( يعمل بإشارات كهربائية وصوتية ) وهو في الأساس عبارة عن بلورة يمكنها أن تحول إشارات الترددات الوسطى



إلى إشارات صوتية ( ولكن عند معدل التردد الأوسط ، ولذلك تكون وراء نطاق مجال السمع ) وتعيدها مرة أخرى . عند المدخل ، يتم تحويل إشارة التردد الأوسط إلى موجات صوتية تجعل البلورة ترف عندما تصل إلى التردد المضبوط الخاص بها . وفي الطرف الآخر من البلورة يتم تحويل الموجات الصوتية مرة أخرى إلى إشارات كهربائية بترددات وسطى ، والتي يكون لها الآن عرض نطاق ترددي سيتم توقعه بعد أن تكون قد مرت عبر عدة محولات ترددات وسطى من النوع التقليدي المعروف . يمكن استخدام محول واحد بمضخم غير مواف لتشكل مرحلة تردد أوسط ، وهذا النوع من الاستخدام نجده عادة عند استخدام الدارات التكاملية لمضخمات الترددات الوسطى .

### ما هو جهاز الاستقبال المترودايني فوق السمي المزوج ؟

في بعض الحالات قد يكون من المرغوب فيه أن يتم تخفيض التردد المراد تضخيمه عن طريق الموجة الحاملة العالية التردد إلى قيمة عالية نسبياً للتردد الأوسط ، ومن ثم تغيير هذا مرة أخرى بعد تضخيم معين إلى التردد الأوسط القياسي .

### لماذا يكون تردد مولد الذبذبة أعلى من تردد الموجة الحاملة ؟

هذه هي الطريقة العملية المعتادة وذلك لتخفيض أثر التداخل ( أو التشويش ) من قبل قناة ثانية . إن تردد صورة الإشارة يتم فصله عن الموجة الحاملة للإشارة المطلوبة بمقدار ضعف التردد الأوسط . وبمؤلفة مولد الذبذبة على معدل عال فإن تردد صورة الإشارة سيكون فوق الإشارة المطلوبة وبما أن الإستجابة لذبذبة معينة تكون أكبر في الترددات المنخفضة فإنه سيكون من السهل أن نكتبها .

### كيف تم المؤلفة المستمرة ؟

لإبقاء مولد الذبذبة بنفس الطور مع الإشارة الواردة بحيث يتم الحصول على تردد فرقي ثابت ، فإنه يجب أن يتم الإعداد للتغير في النسبة بين الاثنين على مدى المجال المؤلف . عندما يكون جهاز الاستقبال مخصصاً فقط لمؤلفة حزمة موجية واحدة ، أو ربما يحتوي على حزمة موجية متوسطة وحزمة موجية طويلة . وتكون المحطة الهامة الوحيدة على الحزمة الأخيرة وهي الراديو رقم ٢ لهيئة الإذاعة البريطانية

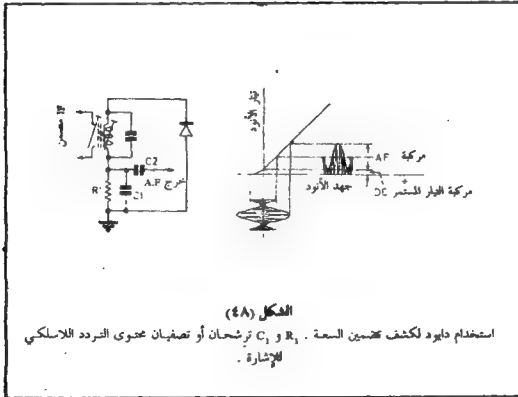
BBC على ١٥٠٠ متر (٢٠٠ كيلوهرتز) ، فإنه من الممكن الاستمرار بنفس الطور بتشكيل أرياش قسم مولد الذبذبة للمكثف الجماعي .

وفي معظم الأحيان يتم التغلب على مشكلة الموائفة الآتية هذه بواسطة مكثفات متغيرة وثابتة تعرف باسم مكثفات التهذيب والتهوين .

### ما هي مكثفات التهذيب والتهوين ؟

كما هو مبين في الشكل ٤٨ ، فإننا نجد أن هناك مكثفات صغيرة متغيرة متصلة عبر مكثفات موائفة جماعية وهذه تسمى بمكثفات التهذيب . ويكون أكبر أثر لهذه المكثفات عند التآرجح الأدنى لسعة مكثف الموائفة ، وبذلك يتأثر طرف التردد العالي من نطاق الموائفة .

يتصل على التسلسل مع ملف مولد الذبذبة المولف مكثف متغير آخر يسمى بـ Padder . وهذا يكون له أكبر الأثر عندما تكون الأرياش متعشقة بالكامل ، أي عند سعة قصوى وبذلك تكون عند طرف التردد المنخفض من النطاق .



وبصير كلا المكثفين ، فإن نسبة مولد الذبذبة إلى الدخل يمكن إبقاؤها ثابتة نوعاً ما ، مع العلم بأنها تكون دقيقة عند ثلاث نقاط فقط على مدى النطاق الكامل . عندما يتم استخدام دارات متعددة النطاقات فإنه يتم استخدام مكثفات تهذيب ومكثفات Padders . منفصلة لكل نطاق . بالنسبة لأجهزة الاستقبال البسيطة يتكون قسم الحزمة الموجية في أغلب الأحيان من مكثفات تشغيل إضافية من نوع Padders فقط في الدارة .

### ما هي الشروط الخاصة بمرحلة مضخم الترددات الوسطى ؟

بما أن مرحلة التردد الأوسط تقوم بمعالجة مجال محدود فقط من الترددات ، فإن التصميم يمكن أن يتحسن ليعطي أقصى حد للتضخيم بدون أوضاع اللااستقرار أو الحالات اللاخطية التي تزيد في التشوه . يمكن التحكم بكسب المرحلة بواسطة أشكال إغياز مختلفة والسعات الشاردة في الدارة ، إلخ التي يتم تعويضها بسهولة كبيرة . إن التعبير المسبق التحديد يسمح أيضاً بتحديد شكل منحنى الاستجابة حسب المطلوب ضمن حدود محكمة تقريباً .

### هل تختلف مرحلة التردد الأوسط ذات التردد العالي جداً ؟

نظراً للتحكم الوثيق بأوضاع التشغيل التي تم ذكرها آنفاً ، فإنه من الممكن أن يتم اختيار نطاق ترددات محدد بشكل جيد في خرج مرحلة التردد الأوسط . ويمكن استخدام نفس المرحلة ، مع تغير طفيف جداً لولا وجود محول إضافي موالف على التردد الأوسط يستخدم لاستقبال الترددات العالية جداً ، لتضخيم التردد الأوسط الأعلى المستخدم في استقبال f.m. عند التردد العالي جداً . يتصل المحولان للتردد الأوسط على التسلسل . بما أن الترددات المتأولة من قبل كل محول يتم فصلها بشكل كبير فإنه من الممكن أيضاً أن يتم تركيب ملفين في صفيحة مدرعة مشتركة للمحافظة على شكل التصميم الموجز .

### ما هو التعادل ؟

إنه عبارة عن مقدار معين ( مضبوط ) من التغذية المرتدة للإشارة للتفويض عن التغذية المرتدة الموجودة أصلاً في بعض أنواع الترانزيستورات . وهذا يتم تأمينه

بواسطة التقارن السمعي بين دارات الدخل والمخرج أو بواسطة توحيد الإتجاه ،  
والذي يتكون من مقاومة ومكثف موصولين على التسلسل من المدخل إلى المخرج .  
نادراً ما تدعو الحاجة إلى التعادل بعد ظهور الترانزيستورات المتطورة الحديثة  
جداً .

### كيف يعمل مستخلص الذبذبة المضمنة ؟

للكشف عن إشارة مضمنة السعة سيكون من الضروري فقط العمل على تقويمها  
وتنقية محتوى التردد اللاسلكي وتأمين التردد السمعي المتغير الناتج إلى مضخمات  
التردد السمعي اللاحق .

على الرغم من وجود طرق عديدة لتنفيذ ذلك . إلا أن الإتجاه العام في العصر  
الحالي يتجلى في استخدام دايود واحد لإزالة تضمين سعة الموجة . يوضح الشكل  
٤٨ عمل الدايود كمستخلص للذبذبة المضمنة .

### ما هي أنواع مستخلص الذبذبة المضمنة المستخدمة في أجهزة الاستقبال المضمنة التردد ؟

بما أن الإشارة المضمنة التردد تكون ثابتة من جهة سعة الذبذبة ( يتم الرجوع  
أيضاً فيما بعد إلى الدارة المحددة ) . فإن عملية التقويم لا تكون قادرة على إنتاج الإشارة  
السمعية المطلوبة . ويجب أن يتم إيجاد بعض الوسائل للاستجابة للتغير في التردد .  
توجد طريقتان رئيسيتان للكشف : المكشاف النسبي ومميز فوستر — سيلي .

### كيف يعمل المكشاف النسبي ؟

في الدارة المبينة في الشكل ٤٩ (أ) نجد أن الملف الثانوي في محول التردد الأوسط  
متفرع في المركز ، وأن هناك ملفاً L مقترناً مع الملف الأولي إلا أنه ليس موالفاً .  
يتصل دايودان على التسلسل عبر التفريعات الخارجية للملف الثانوي ، حيث يتم  
تقاسم الحمل  $CI, RI$  . نعتبر بأن الإشارة تتأرجح حول تردد مركزي . وعند هذا  
التردد المركزي ، الذي عليه يتم توليف محول التردد الأوسط ، تظهر فلتطيات متساوية  
ومتعاكسة عند أطراف الملف الثانوي . بعد ذلك تقوم الدايودات بالتوصيل

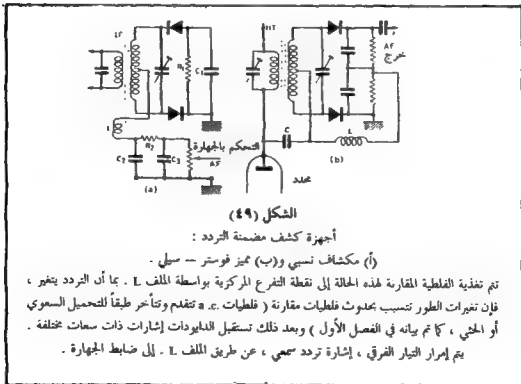
بالتساوي ، ويجري تيار ثابت من خلال  $R_1$  . ولذلك فإن الفلظية عبر  $C_1$  تكون ثابتة .

تم تغذية الفلظية المقارنة لهذه الحالة إلى نقطة التفرع المركزية بواسطة الملف  $L$  .

بما أن التردد يتغير ، فإن تغيرات الطور تسبب بحدوث فلظيات مقارنة ( فلطيان  $a.c$  ) تتقدم وتتأخر طبقاً للتحميل السعوي أو الحثي ، كما تم بيانه في الفصل الأول ) وبعد ذلك تستقبل الدايدودات إشارات ذات ساعات مختلفة . يتم إمرار التيار الفرقي ، إشارة تردد سمعي ، عن طريق الملف  $L$  .

### ما هو الغرض من وجود دائرة المرشح ؟

إن  $C_2$  يقوم بإمرار مركب التردد العالي في الإشارة التي قد تبقى بسبب بعض الخلل الطفيف في التوازن في الدارة . إن  $R_2$  و  $C_3$  يشكلان مرشحاً لخفض الذروة في الاستقبال الصوتي . حيث يتم تصحيح زيادة التردد العالي الحاد بإعطاء إشارة عند المرسل للتغلب على الضياعات في الجهاز .



## ما هي ميزة المكشاف النسيجي ؟

إن الميزة الرئيسية تكمن في أن عملية الكشف يمكن أن تتم بواسطة زوج من الدايودات ، حيث تستثنى الحاجة إلى استخدام مرحلة المحدد ، ولهذا انتشر استخدامه على نطاق شبكة أوسع . إن إجراء تغييرات طفيفة في سعة الذبذبة بسبب ثابت الزمن القصير التابع لـ RC ، RC ( حوالي ٠,١ ثانية ) لها تأثير طفيف على الفلطية عبر الشبكة . وهكذا فإن التشويش ( التداخل ) الدفعي ، الذي يتكون بشكل رئيسي من تغيرات طفيفة في السعة لا يتدخل مع الإشارات الضعيفة . ولهذا السبب فإن مراحل الكسب العالي لا تكون لازمة لتحسين نسبة الإشارة إلى الضجيج .

## ما هي المساوئ ؟

إن توازن الدارة يجب أن تتم المحافظة عليه لتخفيض الضجيج والتشوه . يجب أن تتضمن مراحل التردد الأوسط استجابة تردد عريضة كافية ، وإن معاداة هذه المراحل يعتبر أكثر أهمية للاحتفاظ بعرض النطاق الترددي . ولهذا السبب يفضل بعض المصممين استخدام مميز فوستر — سيلي .

## ما هو مميز فوستر — سيلي ؟

إن الدارة المبينة في الشكل ٤٩ (ب) ماثلة من عدة نواحي . وتعمل أيضاً بمقارنة الطور ، إلا أن الدايودات بدلاً من أن تكون متصلة على التسلسل فإنها تكون متراسة . وهكذا فإن فلطيات الإشارة في كل نصف من الملف الثانوي المتفرع في المركز تكون دائماً متساوية . إن فلطية الإشارة الناتجة عبر الملف الابتدائي تم تغذيتها إلى الملف الخائق L بواسطة المكثف C وتضاف إلى هذه الفلطيات . إن علاقات الطور بين الفلطيات الثلاث تختلف عندما تنحرف إشارة التردد الأوسط . ويصبح الناتج عبارة عن إشارة سمعية عبر مخرج المميز .

## لماذا يعتبر وجود المحدد ضرورياً ؟

إن التغير في سعة الذبذبة لإشارة التردد الأوسط سوف يتم إمراره إلى الملف L وسوف يحدث اضطراباً في علاقة الطور ، مما يؤدي إلى إحداث ضجيج ، إن وجود مرحلة قبل المميز يعتبر ضرورياً للحد من هذه التغيرات ، وفي بعض الأحيان تستخدم أكثر من مرحلة واحدة للتحديد — ١٠٨ —

## كيف يعمل المحدد ؟

يتم تشغيل مرحلة مضخم التردد الأوسط بفلطية مجمع منخفضة يتم الحصول عليها باستخدام مقاومة ممنوعة التقارن كبيرة على التسلسل مع حل الدارة الموازنة . ويكون التيار أيضاً منخفضاً . وبهذا الشكل سوف تقوم إشارة دخل صغيرة بجمع المجمع بتردد بين فلتية السفلية وبين الفلتية المنخفضة المحددة من قبل المقاومة .

## هل هذا لا يؤدي إلى تشويه الإشارة ؟

يتم تشويه الإشارة بالنسبة لسعة الذبذبة فيها ، إلا أن المميز يستجيب للتغيرات المرغوبة في التردد والتي لا تتغير بأي شكل .

## ما هي ميزة هذا النظام ؟

إن موازنة المميز بسيطة . وإن إستجابة التردد على الرغم من ضرورتها ، إلا أنها لا تكون هامة إلى هذا الحد .

## ما هي المساوىء ؟

من الناحية العملية يلزم وجود مرحلة إضافية . إن الإشارات الضعيفة التي تصل إلى المحدد سوف لن تكون خاضعة للقطع وبالتالي يمكنها أن تحدث ضجيجاً . وللتغلب على هذا الوضع ، فإنه من الضروري في الغالب أن يتم إدخال مضخمات عالية الكسب إضافية مع تحسين عملية التحكم الأوتوماتيكي بالكسب .

## ما هو جهاز التحكم الأوتوماتيكي بالكسب ؟

إن التحكم الأوتوماتيكي بالكسب أو التحكم الأوتوماتيكي بالفلتية هو عبارة عن طريق لتغذية إنجياز متناسب مع مستوى الإشارة الواردة بالنسبة للمراحل المبكرة من جهاز الاستقبال . وهكذا نجد بأن الإشارة القوية الواردة تتسبب بفلتية إنجياز قوية تقوم بتخفيض كسب المراحل المتحكم بها ، يتم الرجوع إلى الرسم التخطيطي لجهاز الاستقبال المترواديني فوق السمعي المبين في الشكل ٤٧ (أ) .

يتم تقويم جزء من إشارة التردد الأوسط والتيار المستمر المتغير الناتج المطبق ،

عن طريق الترشيح ومنع التقارن لمنع التغذية المرتدة لمكون التردد اللاسلكي الإشارة ، بالنسبة لدارات قاعدة المضخمات المتقدمة . قد يعمل دايود الكاشف كمزيل للتضمين وكمقوم للتحكم الأوتوماتيكي بالكسب . في أجهزة الاستقبال البسيطة يتم التحكم بمرحلة التردد الأوسط والمازج . وفي الأجهزة الأكثر دقة ، قد يتم إدخال أجهزة التحكم عند نقاط مختلفة مع الإعاقة الاستفادة التامة من الكسب المبكر عندما تكون الإشارات ضعيفة .

### كيف يتم تحقيق الإعاقة ( التأخر ) ؟

توجد طريقة واحدة وذلك يجعل مقوم التحكم الأوتوماتيكي بالكسب ينحاز بالنسبة لكشاف الإشارة ، بإعادة الطرف السفلي لمقاومة حمل مكشاف الإشارة إلى نقطة أكثر إيجابية . يوجد شكل ملائم للدارة يتجلى بعودة مقاومة الحمل إلى تفرعه موجودة على مقياس فرق الجهد الإنحيازي للكاثود في صمام متعدد الالكترونات . بعدئذ يحتاج مقوم التحكم الأوتوماتيكي بالكسب إلى إشارة كبيرة بشكل كاف للتغلب على الفلظية الموجبة ( التي هي في الواقع عبارة عن إنحياز سلبى ) قبل أن يقوم بعملية التوصيل .

وبالتناوب ، يمكن تطبيق فلظية موجبة على كاثود مقوم التحكم الأوتوماتيكي بالكسب عن طريق تفرعه على مقياس فرق الجهد عبر خط الجهد العالي ، فنحصل مرة أخرى على إنحياز يجب أن يتم التغلب عليه قبل إمكانية حدوث عملية التحكم الأوتوماتيكي بالكسب . وهذا يعتبر شائعاً في الدارات التلفزيونية . يمكن فرض تأخيرات أو إعاقات أخرى بواسطة شبكات مقاومات تخفض فلظية التحكم الأوتوماتيكي بالكسب إلى مراحل مبكرة . وبكلمات أخرى يمكن القول بأن ثابت الزمن في الدارة يزداد .

### ما هو جهاز التحكم الأوتوماتيكي بالتردد ؟

يستخدم التحكم الأوتوماتيكي بالتردد (a.f.c) لمنع إنحراف موالفة المحطة المختارة بسبب التغيرات في تردد مولد الذبذبة الحلي ، وباستخدام هذا التحكم الأوتوماتيكي بالتردد تتم المحافظة على موالفة المحطة المختارة أوتوماتيكياً . وعندما تتم موالفة المحطة



بشكل صحيح فإن خرج التيار المستمر عند المكشاف سيكون أعظماً عندما يتم تقويم الموجة الحاملة ( كما في مكشاف تضمين السعة ، يمكن إجراء ترتيبات مماثلة لأجهزة كشف تضمين الذبذبة ) .

يستخدم خرج التيار المستمر هذا لموازنة مولد الذبذبة فوق جزء من مجاله باستخدام دايود Varicaf ( انظر الفصل الخامس أيضاً ) الذي تتغير سعته بتغير فلتية الإغياز المطبقة عليه . يعتبر التحكم الأتوماتيكي بالتردد أساسياً عند استخدام التوليف المحول ، كما هو الحال بالنسبة لمعظم أجهزة الاستقبال التلفزيوني الملونة .

### ماذا يتبع عملية الكشف ؟

بعد الكشف عن الموجة الحاملة المضمنة أو إشارة التردد الأوسط تبقى إشارة سمعية . وهذه يمكن تغذيتها فوراً إلى محول طاقة ، مثل سماعة الأذن ويوجد متخذ مركب على أجهزة الاستقبال الترانزيستورية لهذا الغرض .  
إلا أن القدرة المتوفرة عند هذه النقطة لا تكون كافية للاستماع المنزلي العادي وتكون عملية تضخيم الإشارة السمعية ضرورية .

وهذا يمكن أن يأخذ شكل مرحلة خرج قدرة أحادية ، كما في بعض مجموعات الصمامات الرخيصة ، التي نجدها في أغلب الأحيان ، التي تشتمل على مرحلة أو عدة مراحل تضخيم للفلطية قبل مرحلة خرج القدرة التي تدير مكبر الصوت .  
لقد أعطيت بعض التفاصيل عن مراحل التضخيم هذه سابقاً ( في الفصل الثالث ) . ويبقى أن نصف بعض دارات التحكم بالطنين والحالة الخاصة بدارات الخرج الترانزيستورية .

### كيف يتم التحكم بالطنين ؟

إن أبسط نوع للتحكم بالطنين ، والذي غالباً ما نجده في أجهزة الاستقبال المنزلية ، هو عبارة عن دائرة توازن لانتقاء الترددات عبر مخرج مرحلة تضخيم ترددات سمعية . وهذه قد تتكون من مكثف موصول على التسلسل مع مقاومة متغيرة . ويتم إختيار القيم لتعطي تدريجياً بإمرار الترددات العالية . إن زيادة مقدار المقاومة في الدارة

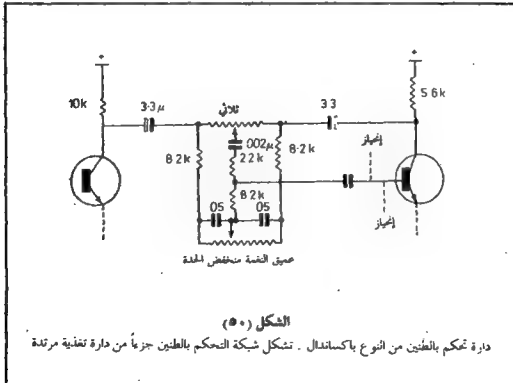
يقلل من الأثر والعكس صحيح . ومعنى آخر يمكن القول بأنه كلما ازداد تردد الإشارة فإن مفاعلة المكثف الثابت تنخفض ، فتسمح للمزيد من الإشارة بالمرور من دارات الحمل .

### هل توجد طريقة أكثر فمولاً ؟

توجد أشكال مختلفة عديدة لأجهزة التحكم بالطنين . ويعتمد معظمها على نظام باكساندال المجرب ، الذي يعطي مقطعات جهرية ( منخفضة الحدة عميقة النغمة ) وثلاثية الأضعاف والتعزيز . يوضح الشكل ٥٠ أحد الأشكال حيث تستخدم التغذية المرتدة للتعويض الثلاثي وتعويض الجهر ، حيث يتم اختيار قيم المكونات بحيث يتم الحصول على إستجابة مستوى لكل من نوعي التحكم في وضعية الوسط .

### ما الذي تعنيه التغذية المرتدة السالبة ؟

إن التغذية المرتدة لجزء من خرج المضخم إلى دخله في الطور المضاد لإشارة الدخل . إن التغذية المرتدة السالبة تخفض الكسب إلا أنها تؤدي إلى انخفاض في التشوه وتحسين إستجابة التردد . إنها تغير أيضاً معاوقة خرج المضخم .



## كيف يتم نقل أو إرسال إشارات الستريو ؟

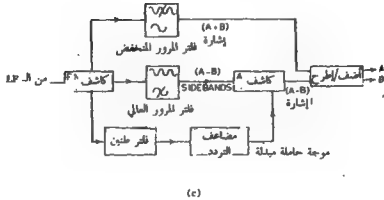
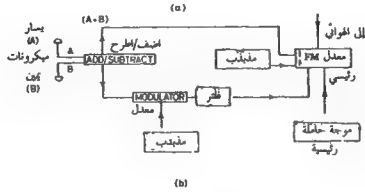
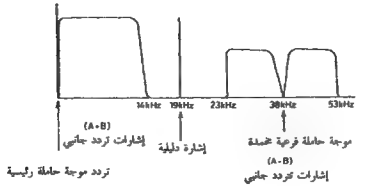
إن الصوت المجسم يتطلب إشارتين مختلفتين تغذى إلى مكبرات صوت ومضخمات منفصلة . ولذلك يجب أن يقوم جهاز الإرسال اللاسلكي المجسم بإرسال مثل هذه الإشارات المنفصلة ولكن بشكل يتم فيه قيام جهاز استقبال عادي وحيد القناة باستقبال إشارة مقبولة أو ليس قناة مجسمة واحدة أو أخرى . وللقيام بذلك يتم استخدام جهاز ترميز .

## كيف يتم تحويل الإشارات إلى رموز ؟

إن نظام تحويل الإشارات إلى رموز يستفيد من استخدام عرض نطاق ترددي عريض جداً يمكن إرساله على موجة اف ام بتردد عال جداً . يقوم جهاز الترميز بتناول الإشارتين المجسمتين اللتين نستطيع أن نرمز لهما بالحرفين  $L$  ( اليسار ) و  $R$  ( اليمين ) ويصدر عنه المجموع  $R + L$  الذي يشكل إشارة أحادية عادية ، والفرق  $L - R$  . إن إشارة  $L - R$  يتم تعديلها ( تضمينها ) بعدئذ على موجة حاملة ترددها ٣٨ كيلوهرتز ( الموجة الحاملة الفرعية ) وبعد ذلك يتم تنقية الموجة الفرعية الحاملة فتبقى فقط النطاقات الترددية الجانبية لإشارة  $L - R$  . تمتد النطاقات الترددية الجانبية إلى حوالي ٢٣ كيلوهرتز وحتى حوالي ٥٣ كيلوهرتز وبعد ذلك يتم تعديل تردد الإشارة  $L + R$  ، على طول النطاقات الترددية الجانبية للإشارة  $L - R$  . على الموجة الحاملة للتردد العالي جداً ، مع موجة جيبية ترددها ١٩ كيلوهرتز ( الطنين الدليلي ) يتم استخدامها من أجل فك الرموز . إن جهاز استقبال أحادي مزيل لتضمين إشارة اف ام هذه سيقوم بترشيح الترددات العالية في دارات نزع الترشيح الانتقائي المضخم ، وسيحصل على إشارة  $L + R$  الأحادية فقط .

## كيف تتم عملية فك الرموز ؟

في جهاز الاستقبال المجسم يتم فصل الإشارات بعد إزالة تضمين موجة اف ام ، ويتم تضخيم تردد الطنين الدليلي البالغ ١٩ كيلوهرتز ومن ثم تتم مضاعفة تردده إلى ٣٨ كيلوهرتز . وبالإضافة إلى ذلك فإن جزء من إشارة الطنين الدليلية يتم تقويمه واستخدامه لإضاءة مصباح أو مبدئ آخر ليظهر بأن الإشارة المجسمة قد تم استقبالها .



### الشكل (٥٩)

البث الجسم . (أ) الترددات المرسل . فقط الترددات على أحد جانبي الموجة الحاملة الرئيسية نجدها مبينة هنا . أما الترددات على الجانب الآخر من الموجة الحاملة الرئيسية فإنها تتبع نفس النمط .  
 (ب) رسم تخطيطي لجهاز ترميز المرسل . (ج) رسم تخطيطي لجهاز فك رموز المستقبل بعد إزالة التضمين . المراحل المستخدمة قبل إزالة التضمين تعتبر تقليدية معروفة . نلاحظ بأن الموجة الحاملة للتردد ٣٨ كيلو هرتز يتم كتبها لتجنب زيادة التضمين للموجة الحاملة الرئيسية . إن الطاقات الترددية الجانبية (A-B) تكون عند سعة منخفضة جداً .

الآن یم استخدام الموجة الجیبیة ٣٨ كيلوهرتز باعتبارها الموجات الحاملة المفقودة للنطاقات الترددية الجانبية التي تحمل الإشارة  $L - R$  ، وهذه یمكن الآن إزالة تضمینها . إذا قمنا الآن بإضافة إشارة  $L + R$  إلى الإشارة  $L - R$  فإننا نحصل على الإشارة  $L : L = L + R + (L - R)$  وبطرحهما نحصل على الإشارة  $R$  ،  $2R = L + R - (L - R)$  . إن الإشارتين یمكن الآن امرارهما إلى المضخمات .

### هل توجد أية مساویء ؟

إن نسبة الإشارة إلى الضجيج للإشارة المجسمة في جهاز استقبال مجسم تعتبر أسوأ بكثير من نسبة الإشارة الأحادية بسبب عرض النطاق الترددي الأوسع وعمليات الترميز وفك الرموز . وفي العادة يلزم استخدام هوائي جيد جداً أو جهاز استقبال حساس جداً لاستقبال جيد مجسم بالمقارنة مع الاستقبال الأحادي . لقد استخدمت بعض محطات الإرسال في أمريكا دارات تخفيض الضجيج ( دولبي ) التي طورت في الأصل لمسجلات الأشرطة وذلك لجعل مجال الاشارات المجسمة المفيدة أكبر وأفضل بكثير .



## القسم السادس

### مبادئ التلفزيون

#### ما هو التلفزيون ؟

التلفزيون عبارة عن طريقة يتم بها التقاط الصور المرئية وتحويلها إلى إشارات الكترونية ، ثم إرسال هذه الاشارات وإعادة تحويلها إلى مواد معروضة مرئية . يوجد عدد من الأنظمة ذات الفعاليات المختلفة التي يتم بها تنفيذ هذه العملية ، ولكن النظام الذي سيكون محل اعتبارنا هنا هو ذلك الذي يستخدم في الوقت الحاضر من قبل هيئات البث .

#### كيف يتم التقاط الصور ؟

يتم التقاط الصور بواسطة كاميرا حساسة للضوء مزودة بعدسة ووسائل تركيز يؤدي مع استخدام أنبوبة حساسة للضوء بدلاً عن الفيلم . إن الصور التي يمكن اعتبارها كأشكال مختلفة حسب شدة الضوء فوق المنطقة المنظور إليها بواسطة العدسة ، تجعل أنبوبة الكاميرا ذات نشاط إشعاعي ثم تقوم هذه بإصدار إشارات الكترونية .

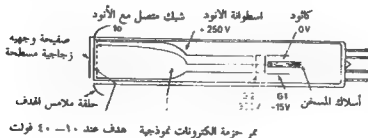
#### ما هي أنبوبة الكاميرا ؟

توجد عدة أنواع مختلفة شائعة الاستخدام ، بعضها يعتمد على مبادئ تشغيل مختلفة كلياً عن مبدأ ذلك المئين في الشكل ٥٢ ، إلا أن جميعها تشترك بوسيلة مسح منطقة الصورة المراد إرسالها بحزمة الكترونية ، تقوم بتنشيط فاعلية دائرة كهروضوئية بما يتناسب مع شدة الضوء .

#### كيف تعمل أنبوبة الكاميرا ؟

تقوم العدسة ( في الشكل ٥٢ ) بالضبط البؤري لصورة المشهد المراد تصويره تلفزيونياً على دريئة الكترونات حساسة للضوء موجودة في نهاية الأنبوبة . إن معظم الكاميرات الحديثة الملونة تستخدم صمام التصوير التلفزيوني المسمى بالفديكون والذي تكون فيه دريئة الالكترونات هذه ذات ناقلية ضوئية ، وهذا يعني بأن مقاومتها الكهربائية تنخفض عندما يسقط عليها الضوء . إن السطح الخلفي للدريئة ذات الناقلية الضوئية يتم مسحه بواسطة حزمة الالكترونات عن طريق مدفعه الالكترونات بحيث يتصل كل جزء من أجزاء السطح الناقل للضوء في كل لحظة بكاثود مدفعه الالكترونات عندما تقوم حزمة الالكترونات بعملية المسح . ونظراً لوجود سعة بين جانبي دريئة الالكترونات ذات الناقلية الضوئية فإن الفلطة المطبقة على جانب العدسة سوف لن تتسبب بظهور فلطية على جانب المدفع فوراً . وإنما تزداد الفلطة على جانب المدفع بشكل بطيء إلى أن تعود إلى فلطية الكاثود بواسطة حزمة المسح .

عندما يتم ضبط البؤري لجزء لماع من الصورة على دريئة الالكترونات فإن مقاومة ذلك الجزء من الدريئة ستكون منخفضة ، وبذلك فإن الجزء الخلفي سوف ينشحن بسرعة نسبياً ، بين عمليات المسح بالحزم الالكترونية ، عندما يتم انحياز جانب العدسة من الناقل الضوئي بمقدار بضعة فولطات إيجابية . وعندما تقوم الحزمة



الشكل (٥٢)

مقطع لصمام التصوير التلفزيوني ( قد يكون ) ، مع قيم الفلطيات العملية التقريبية .



بمسح هذا الجزء من الدريفة فإن تياراً ( جزء الميكرو أمبير ) سيجري لتفريغ السعة وتخفيض الفلظية إلى الصفر مرة أخرى . وعند جزء معتم من الصورة سوف تكون الدريفة ذات مقاومة عالية وستكون مشحونة بمقدار أقل بكثير ، وسوف تحتاج إلى تيار تفريغ أقل إلى حد كبير . وبهذا الشكل يصبح تيار الحزمة عبارة عن إشارة متناسبة مع درجة نصوع كل جزء من الصورة المضبوطة بؤرياً . يمكن أخذ تيار الحزمة من خلال مقاومة حمل والفلظية عبر مقاومة الحمل المستخدمة لإدارة مضخم ، حيث يتم الحصول على إشارة خرج حاملة للصور .

### كيف يتم مسح الحزمة ؟

إن إنبوبة الكاميرا متوضعة مقرن يحتوي على مجموعات من الملفات لتكيز وانحراف الحزمة . إن ملفات التركيز البؤري تحمل حزمة الالكترونات ترتطم بدريفة الالكترونات في منطقة صغيرة جداً . تم إدارة ملف الانحراف الأفقي بواسطة إشارة أشرية تحمل الحزمة تقوم بعملية المسح عبر الدريفة بسرعة ثابتة ثم تعود بسرعة كبيرة جداً . إن ملف الانحراف الشاقولي مزود بسن منشار تيار متغير بسرعة يحرك الحزمة إلى أسفل الدريفة ثم تعود إلى ما كانت عليه بسرعة .

### ما هو عنصر الصورة ؟

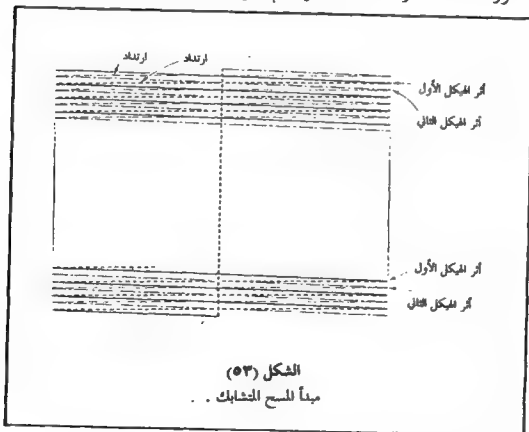
إن حزمة الالكترونات الساقطة على منطقة الدريفة في إنبوبة الكاميرا يمكن اعتبارها كبقعة . فهي تنتقل ( بالنظام المئين ) من طرف إلى آخر ومن الأعلى إلى الأسفل في المنطقة . وهكذا فإن عدداً من الخطوط يتم تتبعها بواسطة البقعة بتسلسل منتظم . وبما أن نسبة الطول إلى العرض في الصورة تعتبر كمقياس محدد بمعدل ٤ : ٣ فإن عدد العناصر المتماثلة في كل خط يمكن تحديده بضرب عدد الخطوط بنسبة الطول إلى العرض . وكما سوف نرى فيما بعد ، فإن نظام ال ٦٢٥ خطاً يستخدم ٥٩٥ خطاً للإرسال الفعال للصورة ، وأما بالنسبة للـ ٢٠ خطاً المتبقية فإنه يتم كتبها أثناء إرسال النبضات المتزامنة . وهكذا فإن  $٥٩٥ \times \frac{٣}{٤} = ٧٩٣$  عنصر صورة لكل خط .

### ماذا نعني بكلمة المسح ؟

تتحرك حزمة الالكترونات ، كما هو مبين أعلاه ، في سلسلة من الخطوط . في النظام البريطاني للإرسال بـ ٦٢٥ خطاً يتم مسح كل خط خلال ٦٤ ميكرو ثانية . ويلزم حوالي ١٢ ميكرو ثانية لتزامن الإشارات وللسماع للبقعة بالعودة من نهاية أحد الخطوط إلى بداية الخط الذي يليه ، أي لارتدادها . تتركب الصورة الكاملة من مجالين يتكون كل منهما من  $\frac{1}{3}$  ٣١٢ خطاً متشابكة ، ومتكررة بمعدل ٢٥ مرة في الثانية الواحدة .

### ما هو التشابك ؟

إن الإطارين مرتبان بحيث يتركز خطوط كل منهما بالتساوي بين خطوط الآخر كما هو مبين في الشكل ٥٣ حيث نجد عدداً مصغراً من الخطوط من أجل الإيضاح . إن دراسة هذا الرسم سوف تظهر لنا أيضاً خطوط الارتداد لكل من الخطوط والإطر التي يجب أن يتم كتبها عند جهاز الاستقبال . إن المحافظة على تشابك جيد يعتبر من الأمور الهامة عند طرف الاستقبال وقد تم تطوير عدة دارات خاصة لهذا الغرض .



وهكذا فإن المعلومات عن الصورة الكاملة يتم تقديمها بمعدل ٥٠ مرة في كل ثانية ، إلا أنه عند استعمال الإطارين المتشابهين فإن الارتعاش ( الذبذبة ) الذي يجب أن يكون موجوداً في حال عدم التشابك ، يتم تجنبه .

### ما هو غلط ( أو شبكة ) خطوط المسح ؟

إن المجموعة الكاملة للخطوط المكونة من إطارين ، أو المجالات إذا أردنا أن نستعمل الاصطلاح الحديث ، يتم تتبعها بواسطة حزمة الالكترونات المتحركة . إن استمرار الأثر في العين ، بالإضافة إلى مقدار معين من الوميض المتبقي في انبواب الأشعة الكاثودية ، يعطي أو يظهر أثر الصورة الكاملة على شاشة العرض ، على الرغم من وجود بقعة واحدة فقط من الضوء التي يتم بها تتبع الصورة . ويطلق على الصورة الكاملة اسم غلط ( أو شبكة ) خطوط المسح .

### ما الذي نعنيه بعبارة التزامن ؟

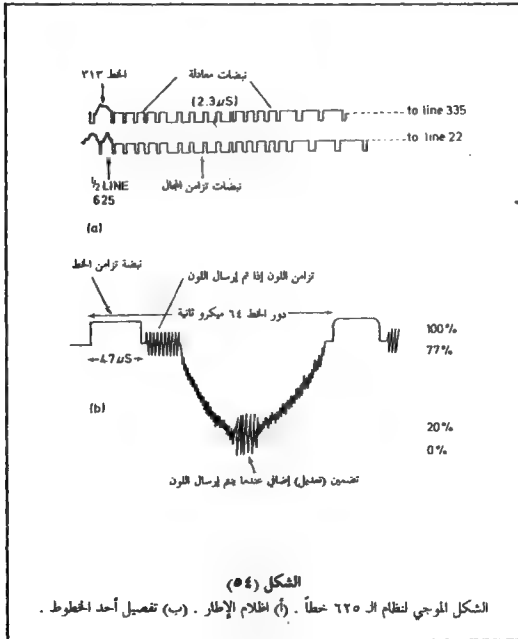
من أجل استقبال الإشارة التلفزيونية مباشرة حال صدورها عن جهاز الإرسال فإن دارات جهاز الاستقبال يجب أن يتم إطلاقها بحيث أن كل خط وكل مجال يبدأ تماماً في اللحظة المحددة من قبل جهاز الإرسال ، وأن يكون زمن المسح هو نفسه أيضاً بالضبط ، بحيث أنه عندما يتم إرسال أي عنصر صورة معين من العناصر الـ ٧٩٣ المرسل المذكرة آنفاً ، فإن هذا العنصر يظهر في الموضع الصحيح على شاشة انبواب الأشعة الكاثودية في جهاز الاستقبال .

وهذا يستدعي وجود توقيت دقيق جداً عند جهاز الإرسال ، وبالنسبة للإشارات التي تتكون من نبضات حادة المقدمة ، أن يتم إرسالها إلى جهاز الاستقبال لإيقاف دارات العرض ( تلك التي تتحكم بمسح الحزمة في أنبواب الأشعة الكاثودية في جهاز الاستقبال ) .

إن شكل الموجة التلفزيونية ، الذي يظهر الوضعيات النسبية لهذه النبضات ، وفترة استمراريتها نخبه مبيناً في الشكل ٥٤ . وسوف نلاحظ بأن النبضات التزامنية موجبة الانطلاق والتضمين سالب الانطلاق .

## ما هو نوع التضمين المستخدم ؟

يتكون التضمين من الفلطة المتغيرة الصادرة عن أنبوبة الكاميرا بعد عملية تضخيم مناسبة . وهذا يستخدم لتضمين سعة الموجة الحاملة ، الواقعة في نطاق الترددات فوق العالية . إن مستوي الإسناد المستخدم ( نظام الـ ٦٢٥ خطأ ) هو حد الـ ٧٧ بالمائة من التضمين ، وهذا هو المستوى الأسود ، والتضمين بمعدل ٢٠ بالمائة هو



الأبيض الذروي ، والنبضات التزامية تتراوح نسبتها من ٧٧ إلى ١٠٠ بالمائة ، أي « أشد سواداً من الأسود » . إن نظام خدمة الـ ٦٢٥ خطاً المستخدم الآن للتلفزيون الملون BBc1, BBc2 و ITV مماثل للنظام الأمريكي ذي الـ ٥٢٥ خطاً باستثناء أن الأخير يستخدم ٦٠ مجالاً في الثانية للتلاؤم مع تردد منبع التغذية بالكهرباء الخاص بهم ( حيث أن التردد لدينا يساوي ٥٠ هرتزاً ) .

### ما هي أهمية عرض النطاق الترددي ؟

إن النظام البريطاني القديم ذا الـ ٤٠٥ خطوط استخدام عرض نطاق ترددي إجمالي لكل قناة قيمته ٥ ميغا هرتز . وهذا يسمح لقناة الصوت التي تكون مضمنة السعة أيضاً في نظام الـ ٤٠٥ خطوط ، بأن يتم إرسالها مع قناة الرؤيا ، وتكون في الواقع أدنى بمعدل  $\frac{1}{3}$  ميغا هرتز من الموجة الحاملة للرؤيا . أما النظام البريطاني ذو الـ ٦٢٥ خطاً فإنه يستخدم تضمين التردد ( اف ام ) القناة الصوت وعرض نطاق ترددي قيمته ٦ ميغاهرتز .

إن عرض النطاق الترددي اللازم لنقل الصورة التلفزيونية وإعطاء الإبانة الجيدة في كل من الإتجاهين الأفقي والعمودي يتم تحديده بعدد الخطوط وبنسبة الطول إلى العرض والتضمين . ولإبانة أدق التفاصيل الممكنة — وأسوأ الحالات هي تلك التي تكون فيها عناصر الصورة المتبادلة سوداء بشكل تام ويضاء في الذروة . فإنه يلزم عرض نطاق ترددي بقيمة ٣,٠٦ ميغاهرتز ( ٤٠٥ خطوط ) أو ٦ ميغاهرتز ( ٦٢٥ خطاً ) في قناة الرؤيا . إن الإبانة الأدق تكون محدودة بحجم بقعة الالكترونات بالنسبة للخير بين الخطوط ، إلخ . فوجود عدد كبير من الخطوط يزداد عرض النطاق الترددي اللازم .

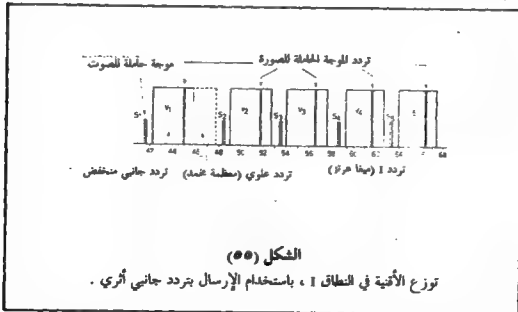
### ما هو الإرسال بتردد جانبي أثيري ؟

إن توفير عرض نطاق ترددي بمعدل ٣ ميغاهرتز مثلاً ، مع إنفصال كاف عن القنوات المجاورة وعن القناة الصوتية المرتبطة بها ، سوف يحول دون استخدام أكثر من ثلاث أو أربع أثيرية في نطاق الترددات المتوفر .

إن نطاق الترددات العالية جداً I يتراوح من ٤١ — ٦٨ ميغاهرتز والنطاق III يتراوح من ( ١٧٤ — ٢١٦ ميغاهرتز ) . توجد طريقة للمحافظة على حيز نطاق الترددات وذلك بكتب نطاق تردد جانبي واحد ( طالما أن نطاق التردد الجانبي يحتويان على نفس المعلومات فإنه لا يلزم سوى استخدام أحدهما ) في النظام البريطاني القديم ذي الـ ٤٠٥ خطوط يتم كتب نطاق التردد الجانبي العلوي . وهذا يعطي عملية لإرسال بتردد جانبي أثري ، انظر الشكل ٥٥ .

إن عبارة أثري تستخدم لأنه في الواقع العملي لا يمكن كتب نطاق التردد الجانبي بكامله ، ولكن الطريقة تترك ٠,٧٥ ميغاهرتز من نطاق التردد الجانبي العلوي وترسل نطاق التردد الجانبي السفلي بكامله . إن اختيار تردد الموجة الحاملة يتم تحديده بشكل جزئي بالحاجة إلى أن يكون تردد الموجة الحاملة مساوياً على الأقل لأربعة أو خمسة أضعاف تردد التضمين الأقصى .

وبهذا الشكل ، يتوفر حيز لإرسال خمس أقتية في نطاق الترددات I وثمانية أقتية في النطاق III . يتم اقتسام بعض الأقتية من قبل محطات بعيدة جغرافياً إلى حد كاف لعدم تداخل الإشارات مع بعضها . إن عمليات الإرسال المعتمدة على نظام الـ ٦٢٥ خطأ بعرض نطاق ترددات أوسع تعتمد على استخدام القناتين الرابعة والخامسة ذات الترددات العالية .



الشكل (٥٥)

توزع الأقتية في النطاق I ، باستخدام إرسال بتردد جانبي أثري .

## ما هي الترددات المستخدمة ؟

يمتد نطاق التردد I من ٤١ ميغاهرتز إلى ٦٨ ميغاهرتز وتوزع الأتية الخمسة كما هو مبين في الشكل ٥٥ الآنف . وهنا تكون الموجة الحاملة للرؤية معلمة بالحرف V والموجة الحاملة للصوت بـ S . إن التغطية الأصلية بنطاق تردد جانبي للمرسل الكساندرا بالاس مبينة بشكل منقطع .

إن نطاق التردد III فإنه يحتوي على القنوات من ٦ إلى ١٣ ، بأقل تردد ، حيث تكون الموجة الحاملة للصوت في القناة ٦ ذات تردد يساوي ١٧٦,٢٥ ميغاهرتز وتكون الموجة الحاملة ذات التردد الأعلى هي الموجة الحاملة للرؤية بتردد ٢١٤,٧٥ ميغاهرتز في القناة ١٣ . إن تغطية نطاق التردد المتفق عليها في ستوكهولم عام ١٩٦١ تتراوح من ١٦٣ إلى ٢٣٠ ميغاهرتز . أما النطاق IV فإنه يغطي مجالاً يتراوح من ٤٧٠ إلى ٥٨٢ ميغاهرتز ويتراوح تردد النطاق V من ٥٨٢ إلى ٩٦٠ ميغاهرتز .

## هل تستخدم نفس الترددات للتلفزيون الملون ؟

إن إرسال إشارات التلفزيون الملون يكون على نفس الأتية مثل التلفزيون الأسود والأبيض ، كما أن عروض النطاق الترددية تستخدم هي نفسها . إلا أنه يمكن الحصول على صورة قابلة للإبانة على صورة أحادية اللون بعرض نطاق تردد ضعيف وإشارة ملونة باستقبال متعدد المسالك — انعكاسات الإشارة ، الواصلة إلى الهوائي متفاوتة الطور مع الإشارة الرئيسية — بينما نجد أنه لاستقبال التلفزيون الملون سوف تكون مثل هذه الإشارة غير صالحة للاستعمال .

## هل لا يلزم وجود عرض نطاق ترددي أوسع ؟

كلا . إن إشارات التلفزيون الملون ، على الرغم من أنها تحتوي على معلومات أكثر بكثير ، فإنها لا تحتاج إلى أن تشغل عرض نطاق ترددي أكبر . على سبيل المثال ، إن للاستقبال الجيد الصورة أحادية اللون على نظام تردد جانبي أثري بـ ٦٢٥ خطأ يتطلب تردد ٦ ميغاهرتز . ونظراً لأن العين غير حساسة للنقاط التفصيلية الملونة ، وإنما تكون أكثر حساسية للتغيرات في شدة الضوء . فإننا نستطيع أن نحصل على ذلك بقيمة تعادل  $\pm ١$  ميغاهرتز للمعلومات الخاصة بصفاء اللون أو كثافته .

## كيف يمكننا أن نحمل المعلومات المتعلقة بصفاء اللون أو كثافته في عرض النطاق الترددي المحدود هذا؟

يستخدم النظام إشارتين مختلفتي اللون يتم إرسالهما بتضمين ثنائي الطور على موجة حاملة فرعية أحادية ، النظام التريعي . وتكون الموجة الحاملة الفرعية لصفاء اللون عبارة عن مضاعف فردي لنصف تردد الخط بحيث يمكن لإشارات صفاء اللون أن تنتظم ضمن نموذج من المعلومات بلون أسود أبيض صافيين ، أي النصوع . ويظل عرض النطاق الترددي ٦ ميغاهرتز . أما تردد الموجة الحاملة الفرعية فيساوي ٤,٤٥ ميغاهرتز .

## هل يمكننا أن نمن النظر في هذا بدقة أكبر ؟

يمكننا أن نفعل ذلك إلا أن التقييدات المتعلقة بالفراغ والحيز اللازم نحرمنا من متعة ذلك . ويلزمنا أن نستعين بكتاب (سدة السمية) في هذه السلسلة « أسئلة وأجوبة عن التلفزيون الملون » .

للإطلاع على بعض الأجوبة المتعلقة بتساؤلاتنا حول صفاء اللون وكثافته .



## الفصل السابع

### جهاز الاستقبال التلفزيوني

#### كيف يتم تكوين جهاز الاستقبال التلفزيوني ؟

إن الوضع مماثل لحالة المستقبل اللاسلكي ، حيث يتم أولاً توليف الاستقبال للإشارة الواردة ، ثم يتم التضخيم وإزالة التضمين والتطبيق على الخرج ، وفي حالتنا هذه يوجد جهاز عرض وهو أنبوب الأشعة الكاثودية .

يتم فصل إشارة الصوت بعد المراحل الأولية للتضخيم المشتركة بين إشارات الرؤية والصوت ، ثم يتم إزالة تضمينها وإمرارها إلى مراحل خرج سمعية ومكبر صوت بنفس الطريقة التي تتم في المستقبل اللاسلكي . تستخدم طريقة مختلفة في النظام ذي ال ٦٢٥ خطاً حيث تمر إشارة الصوت من خلال سلسلة إشارات الرؤية الكاملة .

ولإبقاء الإشارة المستقبلية بحالة توافق مع النبضات المرسله ، فإنه يلزم استخدام دارات نبضية مؤقتة خاصة ( تقوم بتوليد أشكال موجية لازمة للتحكم بعملية مسح أنبوب الأشعة الكاثودية ) كما يجب أن يتم فصل إشارة تزامنية عن خرج الرؤية واستخدامها لإطلاق هذه الدارات النبضية المؤقتة للمحافظة على توافقها .

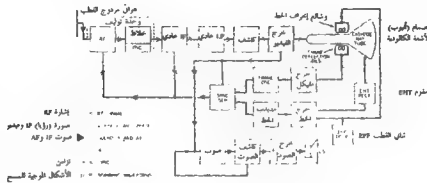
إن الفلطيات العالية اللازمة لتشغيل أنبوب الأشعة الكاثودية يتم استخراجها أيضاً عن طريق الدارات النبضية المؤقتة بطريقة خاصة سيتم بيانها فيما بعد .

يوضح الشكل ٥٦ الأقسام المختلفة لجهاز الاستقبال التلفزيوني المعروف على شكل رسم تخطيطي مبسط . ونجد أن كل مجموعة تمثل مرحلة من مراحل جهاز الاستقبال ، كما مسار الإشارات مشار إليه بالأسهم .

إن المستقبل المبين هو عبارة عن جهاز استقبال هترودايني فوق سمعي ، أجهزة استقبال تلفزيونية ذات تردد لاسلكي مولف لم تعد تستخدم .

## ما هي أنواع وحدات الموائفة ذات التردد العالي جداً المستخدمة ؟

إن وحدة الموائفة الميينة على شكل صندوق منقط في الشكل ٥٦ التي تعتبر عادة كمجموعة فرعية منفصلة ، تشتمل على مضخم تردد لاسلكي وعلى مغير تردد . وللمحافظة على نسبة إشارة إلى الضجيج بشكل جيد فإنه يستخدم في الغالب ترانزستور منخفض الضجيج في دائرة قاعدة مشتركة يتكون مغير التردد من مرحلة مازج مع مولد ذبذبة منفصل إن الأنواع الرئيسية لجهاز الموائفة لاستقبال الترددات العالية جداً هي (أ) الموائف التزايدية و (ب) الموائف البرجي و(ج) الموائف بتغيير الانفاذية . وهذه الأنواع تختلف بطريقة يتم فيها تشغيل دارات الموائفة واختيارها .



الشكل (٥٦)

رسم تخطيطي مبسط لمراحل مستقبل تلفزيوني معتمد على النظام البريطاني ذي الـ ٦٢٥ خطاً يستخدم صوت أثناء الموائفة ، ويجب أن إنطلاق الصوت في هذا الجهاز يكون عند مرحلة الخرج الحامل للصوت .

## ما هي الميزات الخاصة للموالة التزايدية ؟

يتم تركيب سلسلة من الملفات على رقاقة تحويل جهاز الموالة بحيث أن إختيار القناة يتم في الملفات بشكل تدريجي . وهذا يجعل موالة الأتية يعتمد بعضها على بعض . ويجب بذل عناية خاصة أثناء عملية المحاذاة . ويمكن أن نحصل على بعض المزايا المعينة في تخفيض السعات الشاردة وإتزان التشغيل .

## ما هو الموالف البرجي ؟

في هذه الحالة ، تكون الملفات الخاصة بكل قناة مركبة بشكل منفصل على رقاقات معدنية أو خزفاته حيث تكون الملامسات المثبتة عليها مختارة بدوران المحور الرئيسي ، ولكل قناة ملفها الخاص بها . وهذا يسمح بمرونة أكبر ، إلا أنه يتسبب بزيادة التعقيد الميكانيكي . لقد ظهرت عدة طرق للتغلب على هذه المشاكل . تستخدم في بعض أجهزة الموالة البرجية رقاقات معدنية منفصلة أو خزفاته للتردد اللاسلكي وأقسام المزج . وبعضها يستخدم خزقة واحدة ، والبعض الآخر مزود برقاقات دارات مطبوعة مع ملامسات طرفية ، وهناك نوع واحد مزود بقرص خزفي مع ملفات مركبة بشكل قطري على سطحها . إن جميع هذه الأنواع تعتمد على ملامسات نابضية يتم مسحها بواسطة قضبان مصفحة تتصل بها الملفات . إن الموالف البرجي هو النوع الأكثر استخداماً على نطاق واسع .

## كيف يعمل الموالف بتغيير الإنفاذية ؟

نظراً لاتساع مجال الترددات المراد تغطيتها فإنه من غير الممكن أن يتم إنتاج جهاز موالة متغير باستمرار بمفعول لولبي يغير نسبة  $L - C$  لتنفيذ عملية الموالة . إلا أن هذا يمكن أن يتم بنجاح كبير على نطاق ترددات محدود . على سبيل المثال ، وفي أحد الأنواع الشائعة ، يمكن إختيار ملف واحد لكل نطاق من الذبذبات بواسطة مفتاح أو زر كباس ، وبعد ذلك تتكون عملية إختيار الأتية من تدوير أداة التحكم بالموالة التي تقوم بإدخال أو إزاحة قلب في كل مجموعة من الملفات المطبقة على تلك القناة . قد يكون القلب من غبار الحديد أو من النحاس الأصفر ، وذلك بحسب لزوم زيادة الحثية أو تخفيضها .

هناك نوع آخر مزود بإطار تشكيل ملف مشترك ذي وضعية متغيرة للقلب المعدني الخاص بتغيير محاطة الملف والذي يتم تحديده بواسطة صفيحة مزودة بسقاطة ، ويتم تشغيله بزر كباس ، وينفس الفعل يتم اختيار ثوابت الدارة الأخرى من أجل نطاق الذبذبات المناسبة .

### كيف تم الموالفة الدقيقة ؟

في أجهزة الموالفة الأكثر تعقيداً . نجد أن عملية الدفع قد تم تخفيضها بشكل ناجح وأن عملية الاختيار بالأزرار الكباسة فعالة . إلا أن الأنواع القديمة تكون بمجهزة دائماً للموالفة اليدوية بحيث يتم الحصول على التحديد النهائي للصوت والصورة . إن بعض الطرق كانت بسيطة للغاية . حيث توجد كامرة مصنوعة من مادة عازلة على المحور الرئيسي ، تقوم بتغيير سعة قطعة مكونة من مساحة مصفحة صغيرة وجزء من هيكل جهاز الموالفة ، أو تركيبه ورنيه . يتم بها إمكانية تغيير القلوب المعدنية للملفات الموالفة ضمن حدود بسيطة ، أو شكل مكثف تقارني يشغل بواسطة كامرة موجود على محور الدوران الرئيسي . من الناحية الكهربائية يؤدي تغيير هذه السعة إلى موالفة ملف مولد الذبذبة .

### ما هو الاختلاف في جهاز موالفة الترددات فوق العالية ؟

نظراً لأن القيم المطلوبة للمحاطة والسعة في دارات الموالفة تكون منخفضة عند الترددات العالية للنطاقات ذات الترددات فوق العالية فإن الطرق التقليدية لا يمكن استخدامها . إن المحاطة والسعة الشاردة سوف تجعل عملية الموالفة غير صحيحة . ومستحيلة في الواقع ، وبدلاً من ذلك يستخدم مبدأ الخط الرنان .

إن أسلاك لتشر ( لقياس الأطوال الموجية القصيرة ) المكونة من قطعة قصيرة من قضيب صلب مع حجاب محيط ، ترن في مجال التردد فوق العالي وتأخذ مكان الملفات التقليدية المعروفة . إن ساعات التحميل تغير مجال الموالفة .

إن أجهزة الموالفة الحديثة تعتمد على الموالفة بدايود فاريكاب مع دايودات نصف ناقلة تختلف سعتها باختلاف الفلظية الإنحيازية الثابتة . وهذا يمكن من تطبيق التحكم

الأوتوماتيكي بالتردد . ويجعل عملية الموافقة عبارة عن مسألة تحويل فلتية ، وبذلك تبطل استعمال أجهزة الموافقة بالملفات التزايدية .

### كم هو عدد مراحل التردد الأوسط المطلوب ؟

نظراً لإتساع عرض النطاق الترددي ، والحاجة إلى المحافظة على منحني استجابة صحيح ، والذي قد لاحظناه آنفاً ، فإن مراحل التردد الأوسط تكون مخصصة ليس من أجل الكسب الأعظمي وإنما للموافقة الثابتة والصحيحة ، أي للاستجابة الجيدة لذبذبة معينة دون غيرها مع التضخم المعتدل . ولذلك فإننا نجد مرحلتين أو أكثر لتضخيم التردد الأوسط للرؤية في أجهزة الاستقبال التقليدية المعروفة . وهذه المراحل لها دارات موافقة ثابتة ، كما رأينا في حالة أجهزة الاستقبال اللاسلكية ، إلا أن الترددات الوسطى تكون أعلى بكثير .

إن التردد الأوسط القياسي للأجهزة المعتمدة على نظام الـ ٤٠٥ خطاً يبلغ ٣٤,٦٥ ميغاهرتز لقناة الصوت و ٣٨,١٥ ميغاهرتز لقناة الصوت . بالنسبة لتشغيل بالتردد فوق العالي المعتمد على نظام الـ ٦٢٥ خطاً . بعرض نطاق ترددي أوسع ( يصل حتى ٦ ميغاهرتز ) يبلغ التردد القياسي المقبول ٣٩,٥ ميغاهرتز للصورة و ٣٣,٥ ميغاهرتز للصوت .

### كيف يتم تحقيق عرض النطاق الترددي الواسع هذا ؟

إن الملفات المتقارنة قد تكون موافقة بشكل متعرج . وسوف يتم تخميد ذبذبتها بشكل كبير في بعض الحالات . إن منحنى الاستجابة للرؤية ليس متماثلاً وإنما يتم ضبطه بحيث يكون التردد الأوسط عند نقطة تقع في منتصف الإنحدار السفلي للمنحني . وهذا يعطي طاقة كاملة من عملية الإرسال بتردد جانبي أثري ، والتي كما رأينا سابقاً تعطي منحني غير متماثل أيضاً . انظر الشكل ٥٧ .

وهذا أحد الأسباب التي تشرح لماذا لا تصل مراحل التردد الأوسط أبداً إلى ذروة التردد الأساسي . تتم عملية الموافقة طبقاً للتعليمات المحددة من قبل الشركة الصانعة للحصول على الشكل الكلي الصحيح لمنحني الاستجابة من عدة دارات

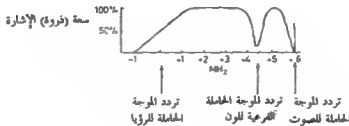
مخالفة . وبدون معرفة هذه التعليمات التفصيلية فإن عملية المحاذاة ستكون غير مضمونة الفعالية وستكون النتائج معتمدة أكثر على مجرد الحظ من الخبرة والمهارة .

### كيف يتم استخلاص إشارة الصوت ؟

توجد عدة طرق لإختبار التردد الأوسط للصوت وهذه يصل عددها إلى عدد الدارات التي نجهده في موديلات أجهزة الاستقبال الفردية . وفي العادة توجد مرحلة تضخيم مشترك للتردد الأوسط يتم فيها تضخيم كلاً من إشارتي الصوت والصورة ، وإن دارات الترشيع في المدخل إلى المرحلة التالية تقوم باختيار نطاق الترددات التي تقوم قناة الصوت بتضمينها . إن عرض النطاق الترددي لقناة الصوت . نظراً لكونه ضيقاً نسبياً ، لا يتضمن نفس المشكلة المتعلقة بتشكيل منحنى الاستجابة ، ويتم في الغالب بلوغ الدارات إلى الذروة في التردد الأوسط .

### ما هي مصيدة الصوت ( أو مرشح الإشارات الصوتية ) ؟

من الأمور الأساسية إلا تكون إشارات التردد الأوسط للصوت موجودة عند



### **الشكل (٥٧)**

منحنى استجابة كلي مثالي لجهاز استقبال . إن الإنحدار حول تردد الموجة الحاملة الفرعية للون مخصص لمنع الأشكال الناتجة عن تردد الموجة الحاملة الفرعية .

المخرج النهائي لقناة الرؤية . وتكون النتيجة بتقطع الصورة المعروفة بتداخل الإشارات الصوتية والبصرية في المستقبل التلفزيوني . وإزالة وأبعاد هذه الحالة فإنه يتم استخدام دارات موالفة إما مشتركة مع دارات الرؤية الموالفة أو مقترنة بشكل حتي معها وذلك لامتصاص الطاقة عند التردد الأوسط للصوت . من الضروري أيضاً بأن يتم تشكيل استجابة التردد الأوسط للرؤية بشكل صحيح بحيث لا يسمح النطاق الإمراري بقبول إشارات التردد الأوسط للصوت من قبل دارات التردد الأوسط للرؤية . في النظام المعتمد على الـ ٦٢٥ خطأ يجب أن تتم عملية الترشيح هذه عند مرحلة خرج الرؤية .

### ما هو الصوت أثناء الموالفة ؟

إن النظام ذا الـ ٦٢٥ خطأ تستخدم فهي الرؤية بتضمين السعة والصوت بتضمين التردد . ويتم تضخيم كل من إشارتي التردد الأوسط حتى الوصول إلى حد كاشف الرؤية ( وفي بعض الأحيان يتم تجاوز هذا الحد ) . وبما أن يعتبر جهازاً غير خطي ( انظر الشكل ٤٨ ) ، أثناء الكشف عن إشارة تضمين السعة للموجة الحاملة للرؤية بالشكل المعتاد . فإنه يعمل أيضاً كإزج للموجتين الحاملتين للتردد الأوسط ويحصل لدينا تردد فرقي مقداره ٦ ميغاهرتز . مضمن التردد . يتم تضخيم هذه الإشارة في قسم التردد الأوسط للصوت وبعدها يتم الكشف عنها بواسطة مرحلة إزالة تضمين تقليدية اف . ام ، مثل المكشاف النسي .

إن الدارات الموالفة المستخدمة في مضخمات التردد الأوسط للرؤية من هذا النوع للجهاز القياسي — الثنائي مصممة لعرض نطاق ترددي قيمته ٦ ميغاهرتز ، وهناك دارات الترشيح التي تقلل عرض النطاق الترددي إلى ٣,٥ ميغاهرتز للعمل بنظام الـ ٤٠٥ خطوط .

### ما هو نوع المضخم المستخدم لمخرج الإشارات الحاملة للصوت ؟

إن مرحلة خرج الإشارات الحاملة للصوت يجب أن تتناول إشارات كبيرة تماماً وإمداد إنبوب الأشعة الكاثودية بفلطية تضمين بالإضافة إلى تضخيم النبضات التزامية بدون تشوه . هناك أحد التعقيدات وهو أن مجال الترددات التي يجب أن تنسجم معها هذه المرحلة ، يمتد من تيار مستمر ( صفر هرتز ) حتى ٣ ميغاهرتز . من

الضروري بأن يكون الحفاظ على التردد صحيحاً وذلك لتأمين صورة جيدة بدون تشويش أو لدونه أو أي أعطال أخرى قد تحدث عند تحدث ضياعات في التردد بسبب تلف القطعة المكونة .

يوضح الشكل ٥٨ كاشف رؤية نموذجية ومرحلة مضخم للإشارات الحاملة للصورة .

### ما هي استعادة التيار المستمر ؟

إن الإشارة الحاملة للصورة لها مكون تيار متناوب ومكون تيار مستمر . إن نضوع الصورة يعتمد على مكون التيار المستمر ، بينما تعتمد درجة نقاوة الأشياء المعادة الاستنساخ على الترددات العالية . كما رأينا من نقاشنا السابق حول عناصر الصورة . عندما يتم استخدام تقارن التيار المتناوب بين كاشف الرؤية مضخم الإشارات الحاملة للصورة أو من مضخم الإشارات الحاملة للصورة إلى أنبوب الأشعة الكاثودية . فإنه يلزم استخدام طريقة معينة لاعادة تحديد النسبة الصحيحة للتيار المستمر في الإشارة ( حيث أن هذا سيضيع بتقارن التيار المتناوب ) . وفي أكثر الأحيان تكون هذه الاستعادة مجهزة بتقويم النبضات التزامنية إما بواسطة دايود أو باستخدام التوصيلات بين الباعث — والقاعدة في ترانزيستور .

### ما هو التحكم الأوتوماتيكي بالكسب ؟

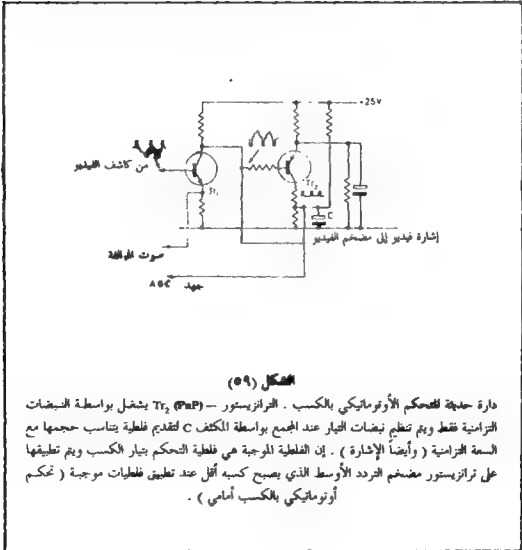
كما لاحظنا في الفصول الأولى المتعلقة بتصميم أجهزة الاستقبال اللاسلكية . فإن تأمين فلطية إغيازيم بما يتناسب مع قوة الإشارة الواردة للتحكم بمراحل التضخيم يساعد على تأمين خرج ثابت . يصبح الكسب الكلي أعظمياً بالنسبة لدخل الإشارة الضعيف ويصبح منخفضاً عند وصول إشارات قوية .





## ما هو دايود القسط ؟

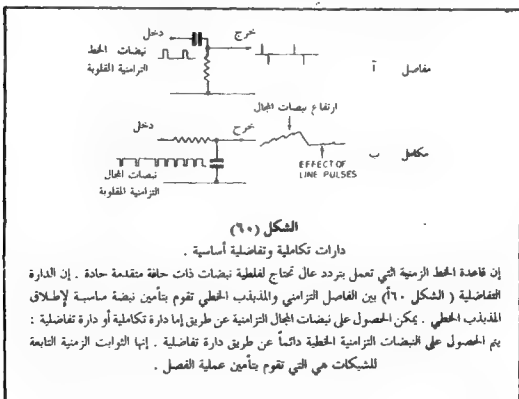
إذا كان خط التحكم الأوتوماتيكي بالكسب يجب أن يكون موجياً ، كما يمكن أن يحدث بوجود جهاز متوسط المستوى عند عدم وجود إشارة فإن مراحل المضخم المضبوط التحكم الأوتوماتيكي بالكسب يمكن أن تزيد في الحمل وبالتالي يؤدي هذا إلى حدوث عطب وخاصة في مضخم الإشارات الحاملة للصور . وهكذا نجد دايوداً مركباً عادة عبر خط التحكم الأوتوماتيكي بالكسب بحيث أن الفلطة الموجبة تجعله ناقلاً بشكل فعال ، مع تثبيت خط التحكم الأوتوماتيكي بالكسب بالهيكل بحيث لا يمكن أن يصبح موجياً .



إن النبضات التزامنية تشغل نسبة تتراوح من ٧٧ - ١٠٠٪ من معدل التضمين بحيث أنه عند تطبيق شكل موجي للإشارات الحاملة للصور ، مع إيجابية النبضات التزامنية ، على قاعدة ترانزيستور تم إنجازه ، فإننا نستطيع أن نحضر فقط لتشغيل هذا الترانزيستور من قبل النبضات التزامنية ، بحيث لا تظهر سوى النبضات التزامنية في دائرة المجمع .

### كيف يتم فصل النبضات الإطارية ونبضات الخط ؟

إن النبضات الإطارية أو التزامنية المجالية تعتبر أطول استمرارية من النبضات الخطية وبذلك يمكن فصل الاثنين باستخدام مرشحات مدركة زمنية . من الأمثلة على ذلك الدارات التكاملية والتفاضلية التي نجد عملها موضحاً في الشكل ٦٠ . وكمثال على ذلك فإن نبضات المجال يمكن استخدامها لشحن مكثف دائرة المكمل ( الشكل ٦٠ ب ) التي يتم حسابها بحيث تصل نبضة المجال التالية قبل أن يتم تفريغ مكثف المكمل . ويكون الأثر بأن نبضات السلسلة أو المجال تقوم بتكوين نبضة « متكاملة » فردية يمكن استخدامها لإيقاف القاعدة الزمنية للمجال .



إن قاعدة الخط الزمنية التي تعمل بتردد عال تحتاج لفلطية نبضات ذات حافة متقدمة حادة . إن الدارة التفاضلية ( الشكل ٦٠ أ ) بين الفاصل التزامني والمذبذب الخطي تقوم بتأمين نبضة مناسبة لإطلاق المذبذب الخطي . يمكن الحصول على نبضات المجال التزامنية عن طريق إما دارة تكاملية أو دارة تفاضلية : يتم الحصول على النبضات التزامنية الخطية دائماً عن طريقة دارة تفاضلية . إنها الثوابت الزمنية التابعة للشبكات هي التي تقوم بتأمين عملية الفصل .

### ما هو التزامن المنظم السرعة ؟

لقد ظهرت عدة دارات معقدة على مدى السنين للحصول على تزامن خفي جيد ، وهذه تعتبر حيوية بالنسبة للحصول على عرض جيد ودقيق للصورة التلفزيونية وخاصة عندما تكون ظروف الإشارة رديئة .

توجد طريقة للتغلب على آثار إشارات الدخل الضعيفة وتتجلى هذه الطريقة بالتحكم بتردد المذبذب الخطي باستنباط فلتية تزامنية من متوسط عدد النبضات التزامنية . أما بالنسبة للدارات الأخرى فإنها تستخدم مراحل المفاعلة ودايودات المميز . إن الطريقة الأكثر استخداماً في العصر الحالي تكمن بتغيير إنجياز مولد الذبذبة عن طريق مقارنة توقيت النبضات التزامنية مع جزء من خرج مولد الذبذبة .

### ما هو مبدأ القاعدة الزمنية ؟

يتم إنتاج غمط شبكة خطوط المسح بواسطة حركة خدمة الالكترونات المضبوطة في أنبوب الأشعة الكاثودية . يتم تحديد الحركة من طرف إلى آخر بواسطة القاعدة الزمنية الخطية والوضعية النسبية للبقعة من الأعلى إلى الأسفل ( وهكذا المسح الشاقولي ) بالقاعدة الزمنية الإطارية أو المجالية .

إن المبدأ هو إنتاج شكل موجي يمكن استخدامه لدفع البقعة بسرعة ثابتة باتجاه حركة العرض ، أي من اليسار إلى اليمين ومن الأعلى إلى الأسفل ومن ثم بسرعة حيث يتم السماح للبقعة بالارتداد من أجل الخط التالي والإطار ( ومن هنا جاءت عبارة الارتداد ) .

يتم تأمين الشكل الموجي اللازم بواسطة مولد ذبذبة مناسب ، يتم إطلاقه بواسطة نبضات تزامنية للمحافظة على سرعتها بما يتوافق مع الإشارات المرسل . وبعد التضخيم تتم تغذية الشكل الموجي إلى الملفات حول عنق أنبوب الأشعة الكاثودية . تقوم هذه الملفات بإنتاج مجالات كهرومغناطيسية متغيرة تقوم بجعل حزمة الالكترونات تنحرف نحو الاتجاه المطلوب .

### كيف تعمل مرحلة خرج المجال ؟

تعمل مرحلة خرج المجال كمضخم للتيار حيث تقترن بمحول مع ملفات الإنحراف ولها شبكات تغذية مرتدة خطية لتصحيح الشكل الموجي الاشري والسماح بحدوث تغيرات في ثوابت الدارة .

### كيف تعمل القاعدة الزمنية الخطية ؟

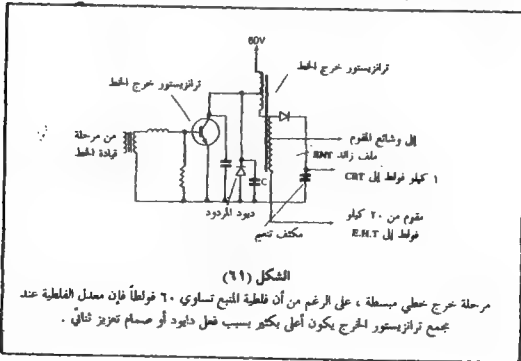
إن مولد الذبذبة الأساسي قد يكون مشابهاً جداً لذلك التابع للقاعدة الزمنية المجالية ، إلا أن مرحلة الخرج تكون مختلفة جداً . وبما أن التردد يكون أكبر بكثير فإنه يتم حدوث تغيرات مفاجئة عالية في الفلطية عندما ينهار مجال مسح الخط عند نهاية كل خط . وتستخدم هذه التغيرات المفاجئة بطريقتين . الطريقة الأولى يتم فيها استخراج فلطية تعزيز باستخدام صمام تعزيز ثنائي ، والطريقة الثانية ، يتم فيها الحصول على الجهد العالي الزائد المطلوب للأنود النهائي في أنبوب الأشعة الكاثودية بإضافة ملف على محول خرج الخط وتقويم نبضات الفلطية العالية الناتجة التي ينتجها هذا المحول للتغلب على تأثير تغيرات فلطية المنبع على تشغيل مرحلة خرج الخط ، يوجد في أغلب الأحيان جهاز لموازنة التغذية المرتدة . إن الخرج الناتج عن تفريعه في محول خرج الخط يتم تقويمه وإرجاعه إلى شبكة خطوط صمام خرج الخط للمحافظة على ثبات الخرج ( الفعل المماثل لمفعول جهاز التحكم الأوتوماتيكي بالكسب ) . يستخدم مقاوم معتمد على الفلطية باعتباره كعنصر تقويم .

### كيف يتم إنتاج فلطية التعزيز و فلطية e.h.t ؟

يوضح الشكل ٦١ مرحلة خرج الخط الأساسي . يتم التحكم بمرحلة خرج الخط

بواسطة مخرج مولد الذبذبة الخطية . وعندما يقوم بعملية التوصيل ، فإنه يدفع تيار المسح عن طريق ملفات الإنحراف . وعندما يصل زمن الارتداد عند نهاية المسح المتقدم فإن إنهمار مجال المسح يعكس نبضة فلطية عالية من الملفات عبر محول المخرج . وهذا يتم تقويمه بواسطة صمام التعزيز الثاني ويستخدم لشحن مكثف التعزيز C . وهكذا يتم الحصول على جهد عال معزز يقدر به ٧٠٠ فولط أو نحوه ويمكن استخدامه كمجهود ضبط يوري من أجل شحن القاعدة الزمنية المجالية ، إلخ . يتم انحياز فلطية خرج الخط خلال الجزء الابتدائي من كل شوط من أشواط المسح عندما يكون التيار المخصص لدفع ملفات الإنحراف مزوداً بتفريغ خفيف في مكثف التعزيز .

إن الملف e.h.t المبين في الشكل ٦١ كبير نسبياً ويتم به تأمين رفع فلطية نبضات الارتداد ويعطي فلطيات عالية ( تتراوح من ١٥ — ٢٠٠٠٠ فولط وهذه تعتبر نموذجية لأجهزة الاستقبال الحديثة ) . التيار صغير جداً ويقوم مقام e.h.t بشحن المكثف e.h.t حتى الحصول على قيمة e.h.t بحيث يتم تقويم أطراف نبضات الارتداد ، ويتم منع تخميد خرج الخط . يعتبر هذا المكثف عادة كسعة بين الطبقات الداخلية والخارجية لأنبوب الأشعة الكاثودية ، حيث تتصل الطبقة الخارجية بالهيكل ، وهذا يتم عادة بواسطة التلامس بالفحمت أو بتابض .



### ما هي الموافقة التوافقية الثالثة ؟

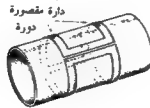
نظراً لأن الملف الزائد e.h.t يعتبر ملفاً منفصلاً ، فإنه يتم حدوث محاثة تسريية . وهذه يمكن توليفها بواسطة سعة الدارة بتردد يقلر بثلاثة أضعاف تردد خرج الخط . وهكذا فإن محول خرج الخط يكون محضراً بحيث يطن عند التوافقية الثالثة لتردد الخط . إن التذبذب غير المضبوط في الملف الزائد يتم تخفيضه وتبقى ذروات الفلطية منخفضة فتعطي فعالية أكبر .

### ما هو المحول المزال الإشباع ؟

في إمكانية ترتيب الأمور بحيث تجري التيارات باتجاهات معاكسة في المحول ، فإن المجالات الناتجة عن هذه التيارات تميل نحو الإلغاء . إن هذه المجالات المغناطيسية في قلب المحول سوف تقوم في حال عدم ذلك بتخفيض مردودها بالتشيع . وبإعادة ترتيب الدارة بحيث يصبح مكثف التعزيز بين أقسام ( قطع ) ملف المحول ، حيث يقدم الجهد العالي عند هذه النقطة ، والتيار المستمر في الدارة يجري بمسارين متعاكسين وتلتفي المجالات .

### كيف يتم التحكم بالخطية ؟

يمكن التحكم بكل من سعة المسح والخطية بتنظيم التيار في ملفات المسح . توجد



الشكل (٦٢)

التحكم بخطية الخط القصير اللفة .

طريقة واسعة الاستخدام وتكمن بتأمين دائرة قصر حول عنق أنبوب الأشعة الكاثودية ، تحت ملفات المسح ، التي تمتص بعض الطاقة ، طبقاً لمقدار إدخالها . انظر الشكل ٦٢ .

### كيف يتم تأمين تعيرات الصورة الأخرى ؟

لقد رأينا بأن التضمين — أي الإشارة من مضخم الإشارات الحاملة للصور — يتم تطبيقه على أنبوب الأشعة الكاثودية لتغيير تيار الساتر الالكترونى التابع له . إن النصوص الكلي للصورة يتم ضبطه بتغيير الفلطية على شبكة خطوط المسح ( على فرض أن تضمين الكاثود عادي ) ويمكن أن يكون الضبط البؤري إما الكروستاتياً بتغيير الجهود الكهربائية المطبقة على الكترود خاص ، أو مغناطيسياً بواسطة مغناطيس حلقي مركب حول عنق الأنبوب .

يمكن أن يكون تبديل الصورة إما كهربائياً أو مغناطيسياً . إن الأجهزة القديمة التي استخدمت التحكم الكهرمغناطيسي قد تم استبدالها بقطع المغناطيس الضابطة لحزمة الالكترونات . ويمكن أن نجد قطع مغناطيس صغيرة أخرى تصحيحية من أجل التصحيحات الصغرى بالقرب من طرف الأنبوب الواسع .

إن مصيدة الأيونات الموجودة على العديد من أنابيب الأشعة الكاثودية القديمة ، المتصلة مع المدفعة المحنية كانت مخصصة للتحكم بالحزمة بحيث كان يتم توجيه الأيونات الثقيلة نحو طرف الأنبوب ، بينما كانت الالكترونات تضبط وتنحرف لتعطي العرض بالارتظام على الشاشة الفلورية . ولقد كان يتم هذا لتجنب الأيونات من الارتظام بالشاشة وبالتالي مما يؤدي إلى إحداث إحتراق إوني . إن الأسلوب المستخدم في الأنابيب الحديث لمنع حدوث هذا هو بتدعيم الشاشة من الخلف بطبقة رقيقة من الألمنيوم التي تمنع الأيونات من الوصول إلى مادة الشاشة الفلورية ( أنها تقوم أيضاً بزيادة نصوص وتباين الصورة ) .

إن مستوى التباين الكلي يتم ضبطه بتطبيق إنحيازية صغيرة قابلة للتغيير على خط التحكم الأوتوماتيكي بالكسب .



## الفهرس

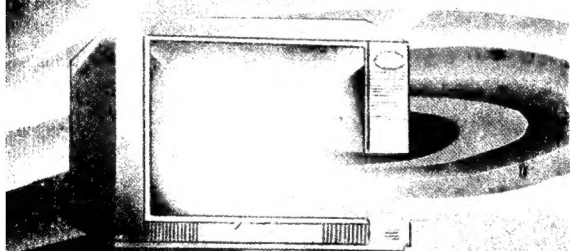
الموضوع	الصفحة
مقدمة .....	٤
الفصل الأول ( الكهرباء ) .....	١٩
الفصل الثاني ( الأمواج الصوتية واللاسلكية ) .....	٤١
الفصل الثالث ( الترانزيستورات ) .....	٥١
الفصل الرابع ( الدارات الأساسية ) .....	٧٧
الفصل الخامس ( كيفية عمل المستقبل اللاسلكي ) .....	٩٧
الفصل السادس ( مبادئ التلفزيون ) .....	١١٧
الفصل السابع ( جهاز الاستقبال التلفزيوني ) .....	١٢٧

مُحَمَّد ناصيف

السلسلة العالمية المبسطة

# المتأفزون لميلون

المتأفزون لميلون





## هذا الكتاب

● يعبر الراديو والتلفزيون من أهم أجهزة التواصل بين مختلف أقطار الدنيا ، فإنك تستطيع وأنت خلف باب حجرتك المغلق أن تسمع وتشاهد كل ما يدور في أرجاء المعمورة من أخبار واكتشافات وأحداث ، ومن أجل ذلك أفردنا لهذا الكتاب على شكل أسئلة وأجوبة تعطي مزيداً من الإيضاح والتفسير واكتساب المعرفة .

● فإن أدى هذا الكتاب إلى طمأنينة الذهن ، وإثارة الاهتمام ، واكتساب الخبرة لدى القارئ الكريم فلن يكون الجهد الذي بذلناه قد ضاع بدي .

محمد ناصيف